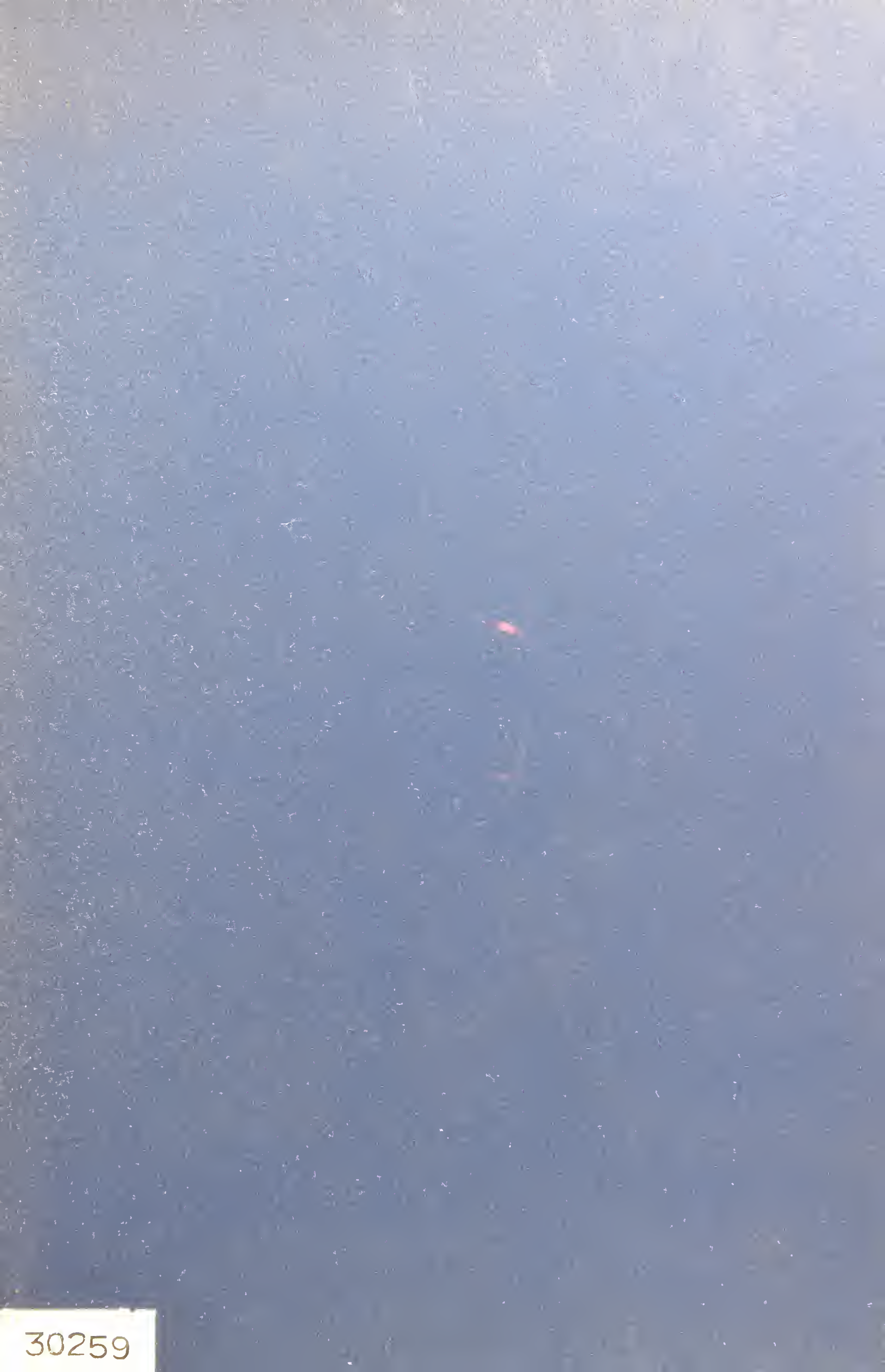






Ueber die Entwicklung

der

Lehre von der Quelle der Muskelkraft

und

einiger Theile der Ernährung

seit 25 Jahren.

Von

Carl Voit.

München 1870.

Verlag von R. Oldenbourg.



Ueber die Entwicklung

der

Lehre von der Quelle der Muskelkraft

und

einiger Theile der Ernährung

seit 25 Jahren.

Von

Carl Voit.

München 1870.

Verlag von R. Oldenbourg.

30259

Separatabdruck aus der Zeitschrift für Biologie 1870. Bd. VI.

In einer im Monate Februar dieses Jahres erschienenen Abhandlung[1]: „über die Gährung, über die Quelle der Muskelkraft und über Ernährung" sucht Liebig seine früheren hierüber aufgestellten Theorien und Ideen aufrecht zu halten und er verwirft dabei den grössten Theil der Resultate der neueren Arbeiten, namentlich meiner Untersuchungen in dem Gebiete der thierischen Ernährung.

Man könnte der Ansicht sein, man brauche in einer Wissenschaft wie die Physiologie, in welcher bei divergirenden Anschauungen schliesslich doch nur das Experiment entscheidet, einen nicht auf Versuche gestützten Angriff weniger zu beachten, namentlich wenn man gesonnen ist, sich noch weiter an der experimentellen Lösung der Fragen zu betheiligen. Ich hätte für dieses Mal gerne mich dieser Ansicht zugeneigt, da ich dadurch der schmerzlichen Empfindung überhoben gewesen wäre, öffentlich einem Manne mich gegenüber zu stellen, dessen Verdienste um die Physiologie zu den grössten gehören und dessen Gedanken die Ausgangspunkte meiner Arbeiten waren.

Dennoch war es mir unmöglich, die Sache sich selbst zu überlassen. Durch die unablässigen Bemühungen einzelner Forscher sind bestimmte Stützpunkte gewonnen worden, von denen aus jetzt

1) Sitz.-Ber. d. b. Acad. d. Wiss. 1869, II. 4.; Annal. d. Chem. u. Pharm. und besonderer Abdruck aus letzteren mit einer Vorrede. 1870.

eine tiefere Einsicht in die Vorgänge bei der Ernährung möglich ist; diese Stützpunkte, welche Liebig zu erschüttern gesucht hat, müssen über jeden Zweifel sicher gestellt sein. Der Name Liebig's ist mit vollem Rechte so bedeutend, und die Bildung eines sicheren Urtheils in jeder Frage der Ernährungslehre, welche mehr als andere die Kenntniss einer grossen Anzahl von Thatsachen voraussetzt, so schwierig, dass ohne eine Antwort von meiner Seite die weitere Entwicklung, wenigstens für einige Zeit, aufgehalten würde.

Die Fortschritte der Wissenschaft in der Ernährung der Thiere und des Menschen sind aber von einer solchen Wichtigkeit für den Arzt, den Landwirth und die ganze Gesellschaft, dass es durchaus nicht gleichgültig ist, ob die Forschungen auf diesem Gebiete um 10 Jahre früher oder später ihre Früchte tragen.

Liebig hatte das Glück, mit dem Beginne der raschen Entwicklung der organischen Chemie, deren durchgreifende Bedeutung für die Erkenntniss der Vorgänge im Organismus sein Geist alsbald erkannt hatte, in die Wissenschaft eingetreten zu sein. Durch die grösstentheils von ihm und seiner Schule ausgehende Erforschung der chemischen Zusammensetzung der Nahrung, der Bestandtheile des Körpers und seiner Zersetzungsprodukte vorbereitet, konnte er mit Meisterhand die Vorgänge bei der Ernährung in allgemeinen Umrissen zeichnen. Die Erkenntniss der ungleichen Bedeutung der einzelnen Nahrungsstoffe, die Verfolgung der Umwandlung der complicirten Verbindungen in einfache Oxydationsprodukte und die Darlegung der dabei auftretenden Wirkungen brachen mächtig Bahn in dem bis dahin so schwer zugänglichen Gebiete; nur den ewig denkwürdigen Arbeiten Lavoisier's war es durch die Uebertragung der neuen Erkenntnisse über den Verbrennungsprocess seit einem Jahrhundert beschieden, einen ähnlichen Wendepunkt in der Physiologie einzuleiten.

Zur Erklärung der Erscheinungen des Lebens benützen wir eine grosse Anzahl von Wissenschaften. Daher kommt es, dass jeder grössere Fortschritt in diesen auf erstere wirkt und dass bei dem Interesse, welches für Jeden die geheimnissvollen Processe in der lebendigen Natur haben, die erste Anwendung einer neuen

Lehre meist nicht vom Physiologen von Fach, sondern von den Begründern derselben versucht worden ist. Ich erinnere nur an Kepler, Borelli, Bernouilli, Galvani, Hales, Mayow, Lavoisier.

Erst wenn man auf diese Weise die Bedeutung erkannt hatte, welche eine neue Lehre für die Erforschung der Processe in den Organismen hat, nahm man sie allgemein als Hülfswissenschaft auf und zwar häufig mit solchem Erfolge, dass auch die Mutterwissenschaft beträchtlich gefördert worden ist.

Wenn auch die fernere Entwicklung der letzteren stets von Einfluss auf die Physiologie bleibt, so ist es doch nach der ersten Anwendung immer der Physiologe, welchem die Aufgabe zufällt, die Vorgänge weiter, tiefer und eingehender zu verfolgen, da nur er die näheren Kenntnisse dazu besitzt. Nicht mehr der Physiker, sondern der Physiologe erforscht die physikalischen Vorgänge im Auge oder Ohr, die Electricitätsentwicklung in den Organismen oder die Wärmeerscheinungen.

Aehnlich ist das Verhältniss der Chemie zur Physiologie; sie ist seit Jahrhunderten eine treue Mutter der Physiologie gewesen. Nicht die Anwendung der Chemie auf die Physiologie war das Neue, sondern ein Fortschritt in der Chemie, das Aufblühen der organischen Chemie war es, was Liebig befähigte, tiefere Blicke, als es vorher möglich war, in das Geschehen im Organismus zu werfen; nicht seine Ideen, sondern die experimentellen Arbeiten seiner Schule waren es; seine Theorien sind, wie er selbst sagt, nichts weiter als Schlussfolgerungen aus den von ihm, seinen Schülern, Wöhler und Anderen damals gefundenen Thatsachen. Da es sich um eine neue Richtung der Wissenschaft handelte, so war sein Erfolg ein durchschlagender, obwohl er in der Vorrede zu seiner Abhandlung über die geringe Beachtung seiner Ansichten von Seiten der Chemiker, Physiologen und Aerzte klagt; seine Theorien, z. B. die über Muskelkraft, Fettbildung, Ursachen der Zersetzungen im Körper etc. hatten nach kurzem Kampfe das Feld behauptet und während langer Zeit galten sie unbedingt als richtig.

Aber alle Theorien verfallen, wie Liebig in der Vorrede so treffend auseinandersetzt, einer steten Wandlung durch die Be-

richtigung mangelhafter Beobachtungen und die Entdeckung neuer Thatsachen; die gegebenen Erklärungen sind nach ihm stets unvollständig und ungenau, da man bei ihrer Aufstellung nur eine beschränkte Anzahl von der ganzen Summe der zur Erscheinung gehörenden Thatsachen kennt und mangelhafte Beobachtungen, die man für richtig hält, damit in Verbindung bringt. So wächst eine neue Theorie immer aus der alten heraus. Wenn nicht die Wissenschaft still steht, so können auch die Liebig'schen Theorien diesem allgemeinen Schicksal nicht entgehen. Ist nun die Lehre von der Ernährung seit 25 Jahren nicht anders geworden?

Fast sollte man es glauben, denn Liebig meint: „Da die Chemiker, mit anderen Aufgaben beschäftigt, im Ganzen nur ein flüchtiges Interesse an Fragen der Physiologie und Medicin nehmen, so ist in diesem Gebiete die Erkenntniss der chemischen Vorgänge in den Lebensprocessen sehr viel breiter, aber kaum tiefer geworden; der alte Eiweissbegriff in der Ernährung ist unverändert geblieben."

Nach der chemischen Analyse der Stoffe der Nahrung und des Körpers einerseits, und der Ausscheidungsprodukte andererseits konnte ein Chemiker einige Grundprinzipien der Ernährungslehre und gewisse Möglichkeiten aufstellen. Dies war aber nur der Anfang und ein weites Feld war der Bearbeitung des Physiologen eröffnet. Die Aufnahme und Ausnützung der Nahrungsstoffe im Darm, die Verschiedenheit der Zersetzung unter den mannigfaltigsten Einflüssen, die Bedingungen der Erhaltung des Körpers oder der Fleisch- und Fettbildung, die Ursachen des Zerfalls, die Modalitäten der Sauerstoffaufnahme, das sind nur einige der Fragen, welche der Lösung harrten, beinahe nicht's war durch den Versuch am Thier geprüft. Diese Aufgaben fielen natürlich dem Physiologen zu; der Chemiker wird durch die chemische Untersuchung der organischen Stoffe, die Erkennung ihres Zusammenhangs und Aufbaus mit Hülfe der Synthese noch genug Gelegenheit haben, die Physiologie zu fördern, jedoch wird er nicht im Stande sein, die Vorgänge im Körper, die Gesetze der Ernährung, der Mästung etc. etc. zu verfolgen, das ist nicht sein Gebiet und dazu mangeln ihm die Kenntnisse des Details, das in seiner kaum bewältigbaren Fülle den Fachmann fast erdrückt.

Als ich vor etwa 14 Jahren mich mit diesem Theil der Physiologie, angeregt durch die Arbeit von Bidder und Schmidt, experimentell zu beschäftigen anfing, dienten mir die von Liebig ausgehenden Ideen als Leitsterne und ich habe es oft und gerne bekannt, dass ich auf der von ihm gewonnenen Grundlage fusste. Aber ich sah alsbald ein, dass der nächste Fortschritt nicht aus weiteren chemischen Analysen, sondern vor Allem aus dem physiologischen Versuch zu erwarten war; der Organismus musste stets direkt gefragt werden, um zu entscheiden, wie er sich thatsächlich allen möglichen Einflüssen gegenüber verhält. Die beharrliche Anwendung des auf diesem Felde noch wenig richtig gebrauchten Hülfsmittels musste nothwendig zu neuen Thatsachen und Schlussfolgerungen oder Theorien führen, die von meiner Seite aber nie gegen Liebig gekehrt, sondern stets als eine natürliche Entwicklung der seinigen aufgefasst wurden. Ich habe, wie Jeder ersieht, der meine Arbeiten kennt, von Anfang an ein bestimmtes Ziel unverrückt verfolgt; eine ganze Reihe von Jahren war der Ergründung der Methoden gewidmet und man weiss, welche Schwierigkeiten ich zu überwinden hatte, bis die Wege, die ich betreten sollte, geebnet waren. Durch unverdrossene Abmühungen suchte ich mir dann eine möglichst breite und sichere Basis von Erfahrungen für meine Schlüsse zu verschaffen. Jeder wird zugestehen, dass alle die Arbeiten von mir und meinem Freunde Pettenkofer, die aus dem physiologischen Institute zu München hervorgegangen sind, einzelne Glieder der nämlichen Kette sind, und dass sie und die Arbeiten Anderer eine Menge neuer Thatsachen zu Tage gefördert haben. Und nun soll seit 25 Jahren „in diesen Gebieten unsere Erkenntniss der chemischen Vorgänge in den Lebensprocessen sehr viel breiter, aber kaum tiefer geworden sein; der alte Eiweissbegriff in der Ernährung ist unverändert geblieben.“ Als ob der „alte Eiweissbegriff“ je anders werden könnte, wenn man auch die Bedeutung des Eiweisses unendlich besser versteht als früher.

Lavoisier hat die Grundlagen für das Verständniss des Respirationsprocesses gelegt. Ist aber seitdem unsere Erkenntniss desselben nicht tiefer geworden, seit wir durch zahllose Forschungen wissen, wie der Sauerstoff in's Blut aufgenommen und die Kohlen-

säure abgegeben wird, seit wir das Athmen der Organe kennen, seit wir die quantitativen Verhältnisse dieses Austausches unter den verschiedensten Umständen studirt haben? Und doch ist der alte Sauerstoffbegriff unverändert geblieben. Es ist nicht schwer zu zeigen, dass unsere Kenntnisse über die Ernährung des thierischen Organismus seit einem Vierteljahrhundert in demselben Maasse Fortschritte gemacht haben, als unsere Erfahrungen über die Respiration seit den Zeiten des unsterblichen Lavoisier.

Nachdem Liebig, ich wiederhole es, ausgehend von den chemischen Eigenschaften der Stoffe und allgemeinen Erfahrungen, mit grossem Scharfsinn eine Reihe von Möglichkeiten entwickelt hatte, gründete sich der Fortschritt auf eine andere Richtung der Forschung, auf die Befragung des Thierkörpers selbst, der uns die Antwort geben muss, wie sich die Vorgänge in Wirklichkeit gestalten. Wer heut' zu Tage in dieser Richtung Theorien machen will, muss, wenn sie sich über Vermuthungen hinaus erstrecken sollen, jene Thatsachen kennen, und die Kenntniss und das Urtheil erwirbt man sich nur durch fortwährende Fühlung mit dem Experiment.

I.

Liebig bespricht in seiner Schrift zunächst die von ihm früher aufgestellte Theorie von der Quelle der Muskelkraft. Dieselbe bestand bekanntlich aus mehreren Theilen. Erstens bedingt darnach allein das Eiweiss bei seiner Zersetzung die Arbeit des Muskels; dann ist die Arbeit die einzige Ursache des Zerfalls des Eiweisses, daher bei grösserer Leistung mehr davon verbraucht wird, wodurch die Stickstoffausscheidung zum Maass für die Muskelthätigkeit wird; endlich zerfällt dabei nur organisirtes Eiweiss, was ausschliesslich als Stoffwechsel bezeichnet wurde, und das Eiweiss der Nahrung dient, indem es als Organisirtes sich ablagert, nur zum Ersatz des Verlorenen.[1])

---

1) Chem. Briefe 1851, 3. Aufl. S. 435: „es ist klar, die plastischen Bestandtheile der Nahrung sind die Bedinger aller Krafterzeugung, aller Kraftäusserungen, aller Wirkungen, welche der thierische Organismus durch seine Sinne oder seine Glieder hervorbringt"

Thierchemie 2. Aufl. 1843, S. 141: „Die Harnsäure und der Harnstoff stammen von den umgesetzten Gebilden. Die Menge dieser Produkte steigt mit der

Keine einzige dieser mit Ueberzeugung vorgetragenen Lehren über die Ursachen der Thätigkeiten im Körper hat sich, soweit der Versuch am Thier bis jetzt entschieden hat, als richtig erwiesen.

Dass die zweite und dritte Annahme irrig waren, gesteht Liebig selbst zu, nur die erste ist noch nicht direkt widerlegt. Aber um dies Alles zu erkennen, dazu bedurfte es langer und mühsamer Versuche, und die früheren Anschauungen über die Ursachen der Eiweisszersetzung mussten von Grund aus andere werden.

1.

„Die ersten Thatsachen gegen die Ansicht, dass der Harnstoff ein Maass der Muskelarbeit sei, sind, so setzt Liebig auseinander, von Dr. Bischoff in seiner Arbeit über den Harnstoff als Maass des Stoffwechsels,[1]) sodann in der von Bischoff und Voit in München unternommenen, noch umfassenderen Untersuchung, die man als eine Fortsetzung der Giessener Versuche ansehen muss, ermittelt worden.“

Diese geschichtliche Darstellung ist nicht genau. Das Resultat von Bischoff's Giessener Abhandlung war die entschiedenste Verdammung des Satzes, nach welchem ein Theil des Harnstoffs direkt aus der Nahrung stammen soll, denn dies würde, wie es darin heisst, der Lehre von dem Stoffwechsel, wie sie den umfassenden Arbeiten und dem Geiste Liebig's entsprossen ist, einen Todesstoss versetzen; der Harnstoff entsteht darnach vielmehr immer aus organisirten Gebilden im sogenannten Stoffwechsel, er ist ein Maass dieses Stoffwechsels, obwohl der dritte Theil des eingeführten Stickstoffs im

---

Schnelligkeit der Umsetzung in der gegebenen Zeit, sie steht in keiner Beziehung zu der in dem nämlichen Zeitraume genossenen Nahrung. Bei einem Hungernden, welcher sich einer starken und anhaltenden Bewegung hingeben muss, wird mehr Harnstoff secernirt, als bei dem wohlgenährtesten Menschen im Zustande der Ruhe.“

Thierchemie 2. Aufl. 1843, S. 147: „Für den Process der Ernährung kann es keinen grössern Widerspruch geben, als wenn vorausgesetzt wird, dass der Stickstoff der Nahrungsmittel fähig wäre, in den Harn als Harnstoff überzugehen, ohne vorher zu einem Bestandtheil der Gebilde geworden zu sein.“

Thierchemie 2. Aufl. 1843, S. 251: „Die Quantität der in einer gegebenen Zeit umgesetzten Gebilde ist messbar durch den Stickstoffgehalt des Harns.“

1) Bischoff, der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels, Giessen 1853.

Harn nicht gefunden werden konnte. Als Bischoff nach München übergesiedelt war, erhielt ich, als sein Assistent, die Aufgabe, an einem Hunde mit einer Gallenblasenfistel die Umsetzungen bei verschiedener Nahrung nach dem früheren Modus zu prüfen; ich erkannte jedoch gleich, dass in demselben wesentliche Lücken sich befanden und suchte diese auszufüllen,[1]) wonach wir auf der von mir geschaffenen neuen Grundlage uns zu unserer gemeinschaftlichen Arbeit verbanden,[2]) in welcher an der Theorie Liebig's, dass der Stickstoff des Harns aus der Zersetzung der geformten Körpertheile hervorgeht, festgehalten und zur Erklärung der Abhängigkeit der Stickstoffausscheidung vom Stickstoffgehalte der Nahrung zuerst auf die für die Bewegung der grösseren Masse des Ernährungsmateriales nöthige innere Arbeit aufmerksam gemacht wurde. Ich habe mich erst durch meine späteren Untersuchungen,[3]) welche den gleichen Eiweissverbrauch bei möglichster Ruhe und angestrengtester Thätigkeit ergaben, von der Liebig'schen Idee, dass die Arbeit die einzige oder überhaupt eine Bedingung des Eiweissumsatzes sei, losgelöst und damit war es erst möglich, nach den wahren Ursachen dieser Zersetzung zu suchen, was ich in neueren Arbeiten auf's Eingehendste gethan habe, von denen aber Liebig kaum ein Wort erwähnt. Diese meine Entdeckung, dass bei der Arbeit die Eiweisszersetzung keine wesentlich andere ist als bei der Ruhe, war die erste Thatsache, welche mit der Liebig'schen Lehre nicht mehr zu vereinigen war und eine gründliche Reform der bis dahin geltenden Anschauungen über die Quelle der Muskelkraft anbahnte. Die Sache ist nicht so selbstverständlich, wie Liebig in einem Passus andeutet, wenigstens war damals über das unerwartete Ergebniss Jedermann so erstaunt, wie ich selbst.

Man könnte allerdings mit Liebig hintennach sagen, die einfache Thatsache der Zunahme der Harnstoffmenge unter dem Einflusse der Eiweissmenge der Nahrung ohne entsprechende äussere

1) Voit, physiol.-chem. Untersuchungen 1857.

2) Bischoff u. Voit, die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers, 1860.

3) Voit, Unters. über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel, 1860.

körperliche Leistungen sei schon ein Beweis gegen die Ansicht, dass der Harnstoff ein Maass der Muskelarbeit sei. Aber in Giessen hat man aus dieser Thatsache, die nicht von Dr. Bischoff, sondern längst vor ihm von Lehmann, Frerichs und Bidder und Schmidt gefunden worden war, gerade den entgegengesetzten Schluss gezogen und den richtigen von den eben genannten Forschern vertheidigten mit allen Mitteln bekämpft.

„Die von Bischoff und Voit in München unternommene Untersuchung muss man als eine Fortsetzung der Giessener Versuche ansehen." Ich habe im Allgemeinen nichts gegen eine solche Auffassung, denn jede Untersuchung und auch die Giessener hat ihre Vorläufer; soll aber dadurch angedeutet sein, dass in der Giessener Arbeit eigentlich im Keim und der Idee nach Alles schon enthalten gewesen sei und durch mein Hinzutreten nur eine weitere Ausdehnung stattgefunden habe, so entspricht dies nicht dem wirklichen Sachverhalte. Ich habe eben vorher die Hauptschlussfolgerung jener Giessener Abhandlung angegeben, das Hauptversuchsresultat war der durch Versuchsfehler hervorgerufene Entgang von 33% des Stickstoffs der Nahrung. Wegen dieses Fehlers ist die ganze Giessener Untersuchung unbrauchbar geworden. Ich habe völlig selbständig dargethan, dass man, wie vor mir schon Bidder und Schmidt gefunden haben, bei richtiger Methode allen Stickstoff des zersetzten Eiweisses im Harn erhält und damit die Möglichkeit geschaffen, auf dieser Basis Untersuchungen über den Umsatz des Eiweisses, welche nach dem Ergebniss der Giessener Arbeit geradezu sinnlos gewesen wären, wieder aufzunehmen. Ich habe, wie Jedermann weiss, um dieser Grundlage willen Jahre lang im heftigsten Streit mich befunden und ein guter Theil meiner Zeit musste der Befestigung derselben durch unausgesetzte Versuche geopfert werden. Erst nachdem das richtige Prinzip gewonnen war, konnten Bischoff und ich an unsere gemeinschaftlichen Versuche gehen, über deren wichtigste Resultate Liebig referirt. Aber in diesem Referate zieht Liebig aus unseren Versuchen nach eigenem Ermessen Schlüsse, welche wir nicht gezogen haben und welche auch nicht daraus gezogen werden können.

Er meint z. B., da sich das Thier bei einem gewissen Verhält-

niss von Fleisch und Fett in der Nahrung auf seinem Gewicht erhalten und zugleich allen Stickstoff des Fleisches im Harn ausgeschieden habe, so müsste auch das zugeführte Fett völlig zersetzt worden sein; bei allmählicher Vermehrung der Fleischration sei nun ganz entsprechend mehr Stickstoff im Harn erschienen, aber das Körpergewicht sei dabei gestiegen, also sei, entgegen der damals herrschenden Ansicht, das Plus des Fleisches verbraucht und das Fett aufgestapelt worden. Abgesehen davon, dass ich keinen Versuch von uns kenne, bei welchem bei Fütterung mit Fleisch und Fett dauernd sowohl Stickstoff- als auch Gewichtsgleichgewicht bestand, so ist es nicht möglich, aus der Aenderung des Körpergewichtes irgend welche Schlüsse auf die Zersetzung der stickstofffreien Stoffe zu machen. Zu den bedeutendsten Resultaten unserer Arbeit gehört gerade die Erkenntniss, dass das Körpergewicht wegen des störend dazwischen tretenden Wassers hierüber gar keine Aufschlüsse giebt; alle späteren Beobachter haben dies bestätigt, nur Liebig ignorirt alles Thatsächliche und behält den alten Standpunkt bei. Bischoff und ich haben allerdings, jedoch mit den ausdrücklichen Verwahrungen, die wir in der Einleitung zu unserem Buche ausgesprochen haben, und nicht auf das Körpergewicht uns stützend, gemeint, bei Zersetzung von viel Fleisch werde das gleichzeitig verzehrte Fett erspart, Liebig aber erklärt dies für gewiss. In meinen späteren Publikationen habe ich mehrmals betont, dass unsere Versuche nur über den Eiweissverbrauch Sicheres aussagen, und über den Verbrauch der stickstofffreien Stoffe allein eine direkte Untersuchung entscheiden könne. Durch dieses Bedürfniss, welches Liebig früher wohl anerkannte, ist auch Pettenkofer auf die Idee der Herstellung des Respirationsapparates geführt worden, der ein unentbehrliches Hilfsmittel zur Erforschung der Ernährungsgesetze geworden ist. Während sich nun Andere auf dem einzig möglichen Wege abmühen, glaubt Liebig Anhaltspunkte zu haben, um ohne Respirationsapparat zu entscheiden, ob im Körper Fett zerstört worden ist oder nicht.

So lässt er auch Bischoff und mich beweisen, dass der Hund durch fettloses Fleisch auf seinem Körperzustande, d. h. auch auf seiner Fettmenge erhalten werden kann, weil das Körpergewicht

des Thieres gleich blieb, während dies doch erst durch den von Pettenkofer und mir mit dem Respirationsapparate ausgeführten Bilanzversuch geschehen konnte. Liebig überschätzt offenbar die Tragweite der früheren Versuche und bedenkt nicht, wie viele neue Thatsachen später hinzugekommen sind.

2.

Der zweite Theil der früheren Theorie Liebig's über die Quelle der Muskelkraft, in welchem die Muskelarbeit als die Ursache des Eiweisszerfalles hingestellt war, ist also durch meine Versuche widerlegt worden. Auch der dritte Theil derselben, dass im Organismus immer nur organisirtes Eiweiss in seine Componenten zerfalle, stellte sich nach meinen Versuchen ebenfalls als falsch heraus, was Liebig in seiner neuen Abhandlung zugiebt, wenn er auch sich meinen Ansichten hierüber nicht anschliesst, sondern jetzt die seiner früheren Gegner von der doppelten Harnstoffquelle adoptirt, welche er und Bischoff auf's Lebhafteste bestritten hatten; ich werde darauf später noch zurückkommen.

3.

Der von der früheren Theorie von Liebig noch übrige erste Theil lässt das sich zersetzende Eiweiss und nicht die stickstofflosen Stoffe die Kraft für die Muskelthätigkeit liefern. Viele Physiologen hingegen glauben jetzt allerdings aus einigen Versuchen schliessen zu müssen, dass auch dieser Theil unrichtig ist und die stickstofffreien Substanzen ebenfalls dazu beitragen. Da Liebig in seiner Einleitung auseinandersetzte, er bekümmere sich um das Schicksal seiner Theorien nicht viel und trete erst dann wieder für das, was er für wahr halte, ein, wenn der Irrthum den Sieg davon getragen und kaum ein Zweifel noch laut werde, dass er die Wahrheit sei, denn bis dahin, wo noch Hoffnung sei, dass ein Anderer die Ansicht vertrete, die man für richtig hält, könne man schon Zuschauer bleiben, so hätte er hier ganz gut zuwarten können, denn er weiss, dass Pettenkofer und ich zu jenen Physiologen nicht gehören und stets seine Anschauung, namentlich Fick und Wislicenus gegenüber, vertheidiget haben, welche Letzteren

bekanntlich den Harnstoff als ein Produkt der Abnützung des Muskels bei der Arbeit betrachten, die stickstofffreien Stoffe als die Kraft und Wärme erzeugenden, weil die bei Besteigung des Pilatus in ihrem Körper zersetzte Eiweissmenge nach ihren Berechnungen nicht hinreichte, das Gewicht des Körpers auf die Höhe des Berges zu erheben.

Liebig hält hierüber Fick und Wislicenus dreierlei entgegen:

a. Nachdem er, wie Pettenkofer und ich schon früher[1]), hervorgehoben, dass die Forscher, die sich mit der Frage über den Ursprung der Muskelkraft beschäftigten, die Lösung derselben sich zu leicht gedacht haben, und, wie wir ebenfalls[2]), erwähnt, dass nach der Theorie von Fick und Wislicenus die Muskelmaschine zu den unvollkommensten gehören würde, da in ihr ungemein viel Maschinentheile und zwar bei möglichster Ruhe ebensoviel wie bei angestrengtester Thätigkeit sich abnützen würden, giebt er erstens zu bedenken, ob die Maschine, die wir Organismus nennen, nicht möglicherweise eine viel vollkommenere Einrichtung als nach den Voraussetzungen von Fick und Wislicenus besitzen könne, vielleicht so vollkommen wie ein menschliches Werk, z. B. eine Uhr, die wir durch Aufziehen jeden Tag mit Kraft, ähnlich wie den Körper mit Speise, versehen und die so eingerichtet ist, dass sie ohne weitere Zufuhr von Kraft, in Folge von angesammelter Kraft, drei und mehr Tage Arbeit verrichten kann; was dann in einer gewissen Zeit in Kraft mehr ausgegeben als ersetzt worden ist, muss nach Verlauf derselben durch stärkere Zufuhr ausgeglichen werden, wenn der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt werden soll. Dies ist allerdings ein gewichtiger Einwand gegen Fick und Wislicenus, allein Liebig erwähnt nicht, dass Pettenkofer und ich[3]) schon vor 4 Jahren, nachdem wir am ruhenden und arbeitenden Menschen den gesammten Stoffumsatz controlirt und die wichtige Thatsache gefunden hatten, dass die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäurebildung bis zu einem gewissen Grade von ein-

1) Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. II S. 571.
2) Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. II S. 567.
3) Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. II S. 566—573.

ander unabhängige Prozesse sind, diesen Gedanken eingehend erörtert haben. Ich halte es für nöthig, unsere Sätze wörtlich anzuführen. Wir sagen a. a. O. S. 570: „im Gegensatz hiezu steht der gutgenährte Gesunde, welcher einen und zwei Tage lang ohne jede Nahrungszufuhr noch der grössten Muskelanstrengungen fähig sein kann. Es giebt überhaupt noch viele Thatsachen, welche, wie die eben angegebene, mit Bestimmtheit darauf hindeuten, dass unsere Muskelkraft mit irgend einer Vorrathskammer von Kraft, mit einer Art Reservoir oder einer Art gespannter Feder in Zusammenhang sein müsse. Auch die Nothwendigkeit und die Wirkung der Arbeitspausen, der Ruhe, deutet darauf hin, als zehre die Muskelthätigkeit theilweise von schon vorbereiteten und aufgespeicherten Spannkräften, die nach unseren Anschauungen alle der Zersetzung des Eiweisses entstammen.“ A. a. O. S. 571 heisst es: „eine Rechnung, wie sie Fick und Wislicenus aufgestellt, könnte erst dann Beachtung erlangen, wenn erwiesen wäre, dass bei der Muskelthätigkeit die Verwendung eines gesammelten Vorrathes nicht in Betracht kommen könnte, dass der Mensch wirklich jeden Tag an Kraft ausgiebt, was er erzeugt hat. Der Vorgang der Aeusserung der Muskelkraft ist ein viel zu complicirter, als dass man so ohne weiteres die Quelle der Kraft in die Oxydation von Fett oder Zucker verlegen könnte, blos aus dem Grunde, weil bei der Muskelcontraktion mehr Kohlensäure erscheint; wer dies behaupten will, muss auch den Nachweis liefern, dass von der Wärmemenge, welche bei der Verbrennung von Fett während der Arbeit geliefert worden, der als lebendige Kraft für die Arbeit benützte Theil in der nach Aussen abgegebenen Wärme fehlt.“ Endlich a. a. O. S. 572: „wir denken uns, dass durch die Sauerstoffaufnahme in die Organe und durch das sich gleichmässig zersetzende Eiweiss eine Spannkraft angesammelt wird, die auch bei der Ruhe allmählich verbraucht wird, und die wir nach Willkühr in mechanische Arbeit verwandeln können.“ Wenn man eine angeheizte Dampfmaschine, aus deren Heizraum man alles Brennmaterial entfernt hat, noch einige Stunden im Gang bleiben sieht, so könnte man analog Fick und Wislicenus schliessen, dass die Kohle nichts mit der Leistung der Maschine zu thun hat.

Durch die Versuche von Pettenkofer und mir ist festgestellt worden, dass der Sauerstoff nur durch Vermittlung der eiweissartigen Substanzen in uns gelangt; das Maximum der Aufnahme desselben richtet sich nach der Menge der letzteren und es können dem entsprechend verschiedene Quantitäten von Sauerstoff im Körper aufgespeichert werden. Also selbst wenn die Verbrennung von Fett oder Zucker als die nächste Quelle der Muskelkraft erwiesen wäre, so wären die Eiweisskörper am Vorgange immerhin noch mit ihrer beträchtlichen Arbeit der Sauerstoffcondensation wesentlich betheiligt, da ohne diese Rolle derselben keine Verbrennung von Fett und also auch keine Entstehung von Kraft denkbar ist; die Quantität der Eiweissstoffe bestimmt daher auch in diesem Falle die Grösse der Arbeit. Dies ist eine der wichtigsten neueren Erfahrungen für die Quelle der Muskelkraft, welche nur mit Hilfe eines Respirationsapparates gewonnen werden konnte.

Nach unseren Ansichten arbeiten wir mit Hülfe einer angesammelten Spannkraft, welche durch die fortwährende Eiweisszersetzung immer wieder ersetzt wird, so dass für das Zustandekommen der Arbeit, die ja in nichts weiter besteht, als in einer zeitweisen Verwendung der im Muskel stetig entwickelten lebendigen Kraft für äussere Effekte, kein grösserer Verbrauch von Eiweiss nöthig ist. Die von uns mit aller Sicherheit in dem arbeitenden Organismus erwiesene vermehrte Zersetzung von Fett oder stickstofffreiem Material betrachten wir als eine sekundäre aber nichtsdestoweniger nothwendige Erscheinung, bestimmt, den Körper auf seiner Wärmehöhe zu erhalten, ohne welche die Prozesse im Muskel, die Lageveränderungen der kleinsten Theilchen etc., nicht möglich sind. Nach unseren vorläufigen Berechnungen deckt das bei der Arbeit mehr zersetzte Fett eben die mehr abgegebene Wärme; wir haben daher a. a. O. S. 573 gesagt: „ist die Wärmeabgabe nach Aussen beim Arbeitsversuche um das höher als beim Ruheversuche, um was die Menge des zerstörten Fettes grösser ist, dann fängt die Traube-Fick'sche Hypothese an, sehr unwahrscheinlich zu werden; wenn aber bei Hunger und Arbeit die Wärme und die mechanische Leistung durch die unterdessen verbrannte Eiweiss- und Fettmenge nicht gedeckt werden, dann ist ausser Zweifel ge-

stellt, dass der Körper von einer aufgespeicherten Kraft gearbeitet hat, die dann von nichts anderem herrühren kann, als von Eiweiss, wenn man die oben angegebenen allgemeinen Erfahrungen über den Werth des Eiweisses gehörig beachtet. Wir sind eben damit beschäftigt, den Respirationsapparat für Verrichtung messbarer Arbeit und für Calorimetrie einzurichten und hoffen, dass es uns gelingen wird, die immerhin nicht ganz leichte Aufgabe zu lösen."

Ein aus dem Körper ausgeschnittener Muskel kann mit dem Spannkraftvorrathe, der von der vorausgehenden Zersetzung des Eiweisses herrührt, noch eine Zeit lang nach Aussen Arbeit verrichten. Die normalen Bedingungen des Eiweisszerfalles sind, wie die der Sauerstoffaufnahme nach L. Hermann, mit der Loslösung vom Blutkreislauf nicht mehr vorhanden, weshalb am ausgeschnittenen Muskel keine Zerstörung von Eiweiss mehr nachzuweisen ist; man kann dagegen, wie im ganzen arbeitenden Körper, eine grössere Kohlensäureausscheidung, und eine vermehrte Säurebildung, vielleicht aus der Zersetzung eines Vorrathes stickstofffreier Stoffe stammend und die für das Zustandekommen der Prozesse im Muskel nöthige Wärme liefernd, constatiren, welche Zersetzungen vielleicht mit der Lieferung von Kraft für die Muskelarbeit gar nichts zu thun haben. Es führt in diesem Falle zu keinen Resultaten, wenn man, ohne irgendwie die Möglichkeit eines Spannkraftvorrathes zu berücksichtigen, über den Zusammenhang der Menge der Zersetzungsprodukte eines ausgeschnittenen Muskels und der unterdess verrichteten Arbeit, oder über den Zusammenhang der Wärmehöhe eines Muskels und seiner Leistung Versuche anstellt.

Ich[1]) habe schon vor längerer Zeit und zuerst hervorgehoben, dass, wenn einmal bei der Stoffzersetzung Wärmebewegung entstanden ist, diese im Körper nicht mehr in mechanische Arbeit übersetzt werden kann. Ich sagte daselbst S. 202: „ist daher einmal Wärme durch Eiweisszersetzung entstanden, so kann von dieser ebensowenig wie von der bei der Fettoxydation gebildeten für eine andere Kraftwirkung abgezogen werden. Es sind daher offenbar

1) Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegung auf den Stoffwechsel, 1860.

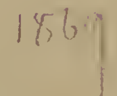
im Körper die Bedingungen für die weitere Uebertragung der Wärme nicht gegeben. Nach dem Prinzip der Erhaltung der Kraft steht wohl fest, dass Wärme in elektrische Ströme und mechanische Bewegung verwandelt werden kann, und dann die Electricität und mechanische Leistung der Wärme entsprechend sein muss; es fehlen aber häufig die Bedingungen für diese Umwandlungen. Es hätte jedenfalls ungemein complicirter Zwischenapparate bedurft, um aus Wärme eine Muskelcontraktion zu machen. Ohne vorhergehende Umsetzung in andere Kräfte könnte die Wärme nur durch Volumänderung, die wenigstens bei der Mukelcontraktion und der Thätigkeit der Nerven nicht stattfindet, einen mechanischen Effekt hervorbringen, bei einer Umsetzung höchstens durch Entstehen von elektrischen Strömen." Das Nämliche sprachen Pettenkofer und ich[1]) nochmals aus, uns auf die von Clausius aufgestellten Grundsätze der mechanischen Wärmetheorie berufend. Wir sind erfreut, in Fick[2]) einen Anhänger für unsere Anschauung anführen zu können, der nach genauer Darlegung der Verhältnisse ebenfalls schliesst, dass die Arbeit im Muskel nicht aus Wärme entstehen kann, dass vielmehr die chemischen Spannkräfte durch Vermittlung anderer, vielleicht elektrischer, Prozesse in Arbeit umgesetzt werden. So käme vielleicht sogar nach und nach meine elektrische Hypothese, welche einstmals von gewissen Physiologen so sehr verworfen worden ist, zu Ehren.

b) Der erste Einwand Liebig's gegen die Lehre von Fick und Wislicenus ist also auch von uns gemacht worden; der zweite bezieht sich auf die Möglichkeit, die Spannkraft einer chemischen Verbindung durch die Messung der Verbrennungswärme zu finden. Wenn nämlich das Eiweiss bei seinem Zerfall im Körper zu Kohlensäure, Wasser und Harnstoff sehr viel Wärme geben würde, was ich[3]) nicht für unmöglich gehalten habe, so fiele die Schlussfolgerung von Fick und Wislicenus zusammen. Frankland[4]) hat nun durch Verpuffung mit chlorsaurem Kali und etwas

1) Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. II S. 568.
2) Fick, Unters. über Muskelarbeit 1867, S. 43.
3) Unters. über d. Einfluss etc. 1860, S. 203.
4) Frankland, Royal Institution of Great Britain 1866, June 8.

Mangansuperoxyd im Calorimeter die Verbrennungswärme des Eiweisses (und vieler anderer Nahrungsstoffe) bestimmt, und findet dafür nach Abzug der latenten Wärme des Harnstoffs keine sehr hohe Zahl. Liebig bestreitet die Möglichkeit, auf diese Weise den Werth der Nahrungsstoffe als Krafterzeuger zu erfahren. Er meint nämlich, die Menge der frei gewordenen Wärme hänge von der Art der Zersetzung einer Substanz ab; z. B. sei die erhaltene Wärme bei der Ueberführung des Zuckers in die gleichen Endprodukte, Kohlensäure und Wasser, und bei gleichem Sauerstoffverbrauch, verschieden, je nachdem man denselben in hohen Temperaturen mit Sauerstoff verbinde, d. h. verbrenne, oder indirekt durch Ersatz seines Wasserstoffs durch Sauerstoff in niederen Wärmegraden zerlege; in ersterem Falle werde ein Theil der Wärme zur Ueberwindung von Widerständen (als Verbrennungsarbeit) verbraucht und desshalb fiele die erhaltene Wärme kleiner aus. Er berechnet nun auch aus der bekannten Verbrennungswärme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, in dem einen Falle bei der Oxydation des Kohlenstoffs des Zuckers zu Kohlensäure und Austreten des Wassers weniger Wärme als im anderen Falle, wenn er den Wasserstoff sich mit dem eintretenden Sauerstoff zu Wasser und dann das restirende Kohlenoxyd zu Kohlensäure sich verbinden lässt. Er meint, in vielen Fällen werden bei der Zersetzung, namentlich stickstoffhaltiger Verbindungen „mechanische oder Bewegungseffekte, durch eine innere oder molekülare Bewegung" hervorgebracht und es wäre dann so gut wie unmöglich, die geleistete Arbeit direkt in Wärmewerthen zu bestimmen. Da es sich bei dem Zerfall des Albumins in Kohlensäure, Wasser und Harnstoff nicht um eine Verbrennung, sondern um Spaltungen handle, an denen der Sauerstoff einen bedingenden Antheil habe, ohne die Ursache derselben zu sein[1]) so könne man annehmen, dass wenn

1) Wir haben ebenfalls die Ansicht ausgesprochen, dass der Sauerstoff nicht die nächste Ursache des Zerfalls des Eiweisses im Körper ist, sondern dass es sich hier um Spaltungen handelt, an denen der Sauerstoff sich allmählich betheiligt, als wir fanden, dass bei der Zersetzung von Eiweiss aller Stickstoff sich abtrennen kann, der Kohlenstoff aber mit wenig Sauerstoff theilweise im Körper zurückbleibt (Zeitschr. f. Biol. 1869, Bd. V S. 167). Es ist mir aber zweifelhaft, ob der Prozess bei der Verbrennung organischer Stoffe, z. B. der Cellulose



die Produkte des Albumins Kraftquellen sind, die Bewegung, die sie hervorbringen, nicht auf ihrer Verbrennung und dem Umsatz der Wärme in Bewegung, sondern auf der bei ihrem Zerfallen frei werdenden Spannkraft beruhe.

Diese Ideen Liebig's beruhen auf Missverständnissen. Wenn wir mit dem Calorimeter die sogenannte latente Wärme bestimmen, so erfahren wir, wenn anders die Apparate in Ordnung sind, die Differenz der Spannkraft des ursprünglichen Stoffes und der Spaltungsprodukte; sind demnach die Anfangsglieder und die Endprodukte in chemischer und physikalischer Beziehung die gleichen, so müssen wir die gleiche Wärmemenge erhalten, mag der Uebergang alsbald erfolgt sein oder tausende von Zwischenstufen durchlaufen worden sein, mag er durch eine sogenannte Verbrennung oder eine Spaltung unter allmählicher Bildung sauerstoffreicherer Produkte geschehen sein. Wir suchen ja die Calorimeter so herzustellen, dass die ganze Spannkraftsdifferenz in Wärmebewegung verwandelt wird und wenn ein Theil der Spannkraft zuerst in eine andere Form der Bewegung, z. B. in mechanische Bewegung, elektrische Bewegung etc. etc. übergehen sollte, so suchen wir sie auch als Wärme zu gewinnen oder wir suchen diese Bewegung zu messen und in Wärme umzurechnen; ist dies nicht geschehen oder nicht möglich, so ist eben der Apparat und die Methode unbrauchbar. Sollte bei dem Uebergang in allerlei Verbindungen auch zur Ueberwindung von Widerständen (in Verbrennungsarbeit) Wärme nöthig gewesen sein, so wird diese, weil sie in den Zwischenprodukten als Spannkraft rückständig bleibt, immer wieder gewonnen, sobald schliesslich die gleichen Endprodukte vorhanden sind. Es ist bekanntlich nicht möglich, aus den Elementen einer Verbindung die latente Wärme derselben zu berechnen; Liebig erhält daher in dem oben angegebenen Beispiel für den Zucker ungleiche Werthe, denn er geht von ungleichen Anfangsgliedern aus, indem er nicht eine chemische Verbindung, sondern einmal eine einfache Anlagerung von Kohlenstoff neben Wasser, das andere mal eine solche von Wasserstoff neben Kohlenoxyd voraussetzt. Ich behaupte also, dass man sehr wohl aus der

---

wesentlich ein anderer ist, und ob nicht auch hier durch die Anzündungstemperatur Spaltungsprodukte entstehen, die nach und nach mit Sauerstoff sich verbinden.

Verbrennungswärme eines Stoffes seine Spannkraft erfahren kann; wenn der Alcohol nach den Bestimmungen von Dulong, Despretz und Favre mehr Wärme liefert, als der Zucker nach der Bestimmung von Frankland, so schliesse ich nicht, dass im letzteren Falle die Verbrennungsarbeit Wärme in Beschlag genommen hat; ich bedenke vielmehr, wie leicht der Alcohol in Wasser und Kohlensäure sich verwandelt und wie schwer dies mit dem Zucker geht, so dass die Differenz von 12% zwischen Rechnung und Versuch mir hier keine auffallend grosse zu sein scheint.

Man kann auch, was Liebig leugnet, aus der Verbrennungswärme einer Hefezelle entnehmen, wieviel sie mit dem in ihr vorhandenen Material Arbeit zu leisten vermag, wie viel Zucker sie z. B. in Kohlensäure und Alcohol zu spalten vermag, wenn wir den Widerstand, welchen der Zucker der Zerlegung entgegensetzt, kennen würden. Um zu zeigen, dass die Hefe eine viel grössere Arbeitskraft besitzt, als sie durch Verbrennung entwickeln würde, theilt er mit, dass 1 Grm. Hefe einer mechanischen Wirkung von 148960 Grm. Meter fähig ist. Diese Angabe ist desshalb illusorisch, weil er auf eine so grosse Zahl kommt, indem er vom Zucker absieht und die Wärme- und Kraftentwicklung beim Uebergang der 60fachen Menge Zucker in Kohlensäure und Alcohol auf die Hefe bezieht. Eine solche Arbeit verrichtet jedoch die Hefe nicht, sondern der sich spaltende Zucker; die Hefe ist nur das Auslösungsmittel der Spannkraft des Zuckers, d. h. sie überwindet den geringen Widerstand, der dem Zerfall des Zuckers entgegensteht.

Niemand würde die Bewegung beim Zerbrechen eines kleinen Krystallflitters Knallsilber mit der Spitze eines Federmessers mit der gewaltigen mechanischen Wirkung der darauf folgenden Explosion vergleichen, indem er vom Knallsilber absieht, und die Wärme- und Kraftentwicklung auf den gelinden Druck mit dem Federmesser allein bezieht; oder in einem Zündhölzchen eine ungeheure Kraft annehmen, welche aus der Verbrennungswärme desselben nicht zu erklären ist, da das damit entzündete Pulver so mächtige Effekte hervorbringt.

Frankland kennt nicht genau die Endprodukte bei der Verpuffung mit chlorsaurem Kali; höchst wahrscheinlich sind die zu-

sammengesetzten Verbindungen, namentlich die schwer zersetzbaren stickstoffhaltigen und eiweissartigen, nicht bis zu den letzten einfachsten Verbindungen zerlegt worden, sondern höhere Endprodukte, z. B. Cyanverbindungen, zurückgeblieben. Dies ist der hauptsächlichste Einwand, welchen ich den Bestimmungen von Frankland mache.

Wenn man sich die Vorgänge bei dem Zerfall zusammengesetzter Stoffe in einfachere und das Prinzip des Calorimeters klar gemacht hat, so kann man nicht im Zweifel über die Unrichtigkeit der Auseinandersetzungen Liebig's sein.

c. Das dritte Bedenken Liebig's gegen die Hypothese von Fick und Wislicenus ist endlich, dass der Stickstoff oder Harnstoff des Harns nicht den am betreffenden Tage stattgefundenen Umsatz stickstoffhaltiger Verbindungen repräsentirt, da zuerst andere Produkte entstehen, welche erst nach und nach, während einer Reihe von Tagen, in Harnstoff umgewandelt werden. Darnach kann also der Einfluss der Arbeit oder anderer Bedingungen auf die Eiweisszersetzung nicht durch die an diesem Tage secernirte Stickstoff- oder Harnstoffmenge entnommen werden, wodurch ein nicht unwichtiger Theil meiner aus den Versuchsergebnissen gezogenen Schlussfolgerungen hinfällig wäre.

Den Hauptbeweis für diese Annahme schöpft Liebig aus den „bewundernswürdigen" Beobachtungen von Parkes[1]) und er betrachtet dieselben als die Grundlage des wahren Gesetzes, nach welchem wir den Muskelumsatz im thierischen Körper zu beurtheilen haben. Ich kann dagegen aus diesen Versuchen nur das schliessen, was ich aus meinen, ungleich sorgfältiger angestellten geschlossen habe, nämlich dass die Stickstoffausscheidung auch bei der angestrengtesten Muskelthätigkeit nicht wesentlich geändert wird.

Meine Arbeiten haben die Grundlage für die Methode der Untersuchung der Eiweisszersetzung im Thierkörper gelegt; ich habe eingehend die Prinzipien entwickelt, bei deren ängstlichster Befolgung allein sichere Resultate erhalten werden können, und deren Nichtbeachtung Andere zu Fehlern von 30 und 60% geführt haben.

---

1) Parkes, Proc. of the Roy. Soc. Nr. 94, 1867 p. 44.

Diese Angaben scheinen Parkes unbekannt geblieben zu sein, sowie man auch in England E. Smith die Entdeckung von dem Gleichbleiben der Stickstoffausscheidung bei Ruhe und Arbeit zuschreibt.

Für denjenigen, welcher noch nicht Gelegenheit hatte, controlirende Versuche zu machen, ist es kaum möglich sich ein Urtheil über den Werth von Arbeiten der Art zu bilden, er weiss z. B. nicht, was es heisst, den Stickstoffgehalt einer gekochten Nahrung und damit die Stickstoffausscheidung beim Menschen gleich zu halten. Auch die Auslegung der Versuche von Parkes durch Liebig zeigt, dass er die Schwierigkeiten und möglichen Fehler solcher Untersuchungen nicht würdigt. Die beiden von Parkes verwendeten Soldaten erhielten jeden Tag die gleiche Kost, bis auf die Kartoffeln, deren Menge zwischen 336 und 364 Grm. schwankte, und das Wasser, dessen Quantität 85—255 Grm. betrug. Die Hauptmasse der Nahrung bestand aus Fleisch, Brod und Kartoffeln. Das Brod wurde mit der Rinde verzehrt, und in der Rinde und Krume war je ein Mal eine Stickstoffbestimmung gemacht worden; es ist aber nicht angegeben, wie man es anfängt, um das Verhältniss von Rinde und Krume am verzehrten Brode zu erfahren. Vom Fleische ist nicht mitgetheilt, ob der Stickstoff in der frischen oder gekochten Substanz eruirt wurde; der Stickstoffgehalt aller übrigen Stoffe ist nur nach den Analysen Anderer berechnet. Ich möchte wissen, wer ohne Wasserbestimmungen aussagen kann, wieviel Stickstoff in gekochten Kartoffeln oder gekochtem Kohl enthalten ist; bei Parkes ist die Stickstoffmenge in 340 gekochten Kartoffeln und 86 gekochtem Kohl für alle Tage gleich, ebenso für eine bestimmte Menge Thee- oder Kaffeeabsud.

Für die aus einfachen Nahrungsstoffen oder Nahrungsmitteln zusammengesetzte Nahrung meiner Versuchsthiere ist ein Gleichhalten des Stickstoffs derselben in engen Grenzen möglich, bei der gekochten complicirten Nahrung eines Menschen geht es sehr schwer, und das Geschäft der Herrichtung des Essens für einen Menschen ist so zeitraubend, dass eine Person den ganzen Tag beständig damit beschäftiget ist. Pettenkofer und ich haben beim Menschen bei gleicher Nahrung, die auf's Sorgfältigste zubereitet und ungleich einfacher war als die der Soldaten von Parkes, da der Kaffee, der

Thee, das Kartoffelgemüse, der Kohl und das Brod mit der Rinde wegfielen, in 5 Beobachtungstagen Schwankungen des Stickstoffs des Harns und Koths von 18.98 — 19.98 Grm., also von 1 Grm. = 5 % gehabt. J. Ranke, der zuerst am Menschen genauere Versuche der Art machte und damals noch nicht so geübt war, erhielt in den 3 letzten Tagen seiner Reihe I eine Differenz von 19.34—20.19 = 0.85 Grm. (4 %) Stickstoff; in Reihe III in 8 Tagen eine solche von 19.60 — 21.20 = 1.60 Grm. (7 %); in Reihe IV in 6 Tagen eine von 15.67—17.88 = 2.21 Gmm. (14 %).

Ich halte es auch bei der genauesten Bereitung eines zusammengesetzten Essens für unmöglich, die Stickstoffausscheidung in einer Reihe von Tagen für 24 Stunden genauer als 1 Grm. zu halten. Wenn Ranke bei einer ähnlichen Kost, wie sie Parkes seinen Soldaten reichte, bei sorgfältiger Herstellung und Analyse aller Stoffe eine Differenz von 1.6 — 2.2 Grm. Stickstoff bekömmt, so wird man daher bei Parkes, der keine Ahnung davon hat, wie man sich hier in Acht zu nehmen hat, von vornherein erwarten dürfen, dass mindestens 2 Grm. Stickstoff in die Fehlergrenzen fallen. Parkes hat nun bei den 2 Männern folgende Stickstoffmengen im Harn erhalten:

		I		II	
		Harnmenge	N	Harnmenge	N
a. gewöhnliche Beschäftigung	1.	1460	17.886	1130	20.417
	2.	1210	16.810	810	17.518
	3.	1210	19.212	810	17.090
	4.	1205	17.520	870	18.983
	Mittel:	1271	17.857	905	18.502
b. Ruhe	5.	1250	20.104	1400	20.120
	6.	1144	18.170 (9.855 / 8.315)	1320	18.822 (11.278 / 7.544)
	Mittel:	1197	19.137	1360	19.471
c. gewöhnliche Beschäftigung	7.	920	15.920	750	16.682
	8.	960	17.608	800	18.615
	9.	1180	19.382	920	20.582
	10.	960	17.540	910	18.061
	Mittel:	1005	17.621	845	18.485
d. Arbeit 24 Meilen	11.	1000	18.478	1110	18.990
d. Arbeit 35 Meilen	12	1080	20.814 (7.357 / 13.457)	1105	20.928 (10.053 / 10.875)
	Mittel:	1040	19.646	1107	19.959
e. gewöhnliche Beschäftigung	13.	900	21.250	1000	20.250
	14.	1000	19.942	1100	19.273
	15.	1430	23.488	1250	19.248
	16.	1730	19.536	1610	21.597
	Mittel:	1265	21.054	1240	20.092

Von vorn herein ist die ungeheure und bei gleichem Wassergenuss geradezu unbegreifliche Verschiedenheit in der Menge des Harns sehr auffallend. Bei dem Mann I beträgt die Schwankung 900—1730 c. c., bei dem Mann II 750—1610 c. c.; bei unserem Arbeiter waren dagegen bei gleicher Nahrung an 5 Beobachtungstagen, welche zeitlich um 5 Monate auseinander fallen, bei Ruhe und Arbeit die grössten Differenzen der Harnmenge 1119—1367 c. c. Da man nun weiss, wie sehr die Harnstoffquantitäten abhängig sind von der Harnmenge, so wird man einen guten Theil der Differenzen nicht auf die Art der Beschäftigung, sondern auf das letztere Moment beziehen müssen; namentlich an den letzten Tagen der Reihe e, wo mehr Harnstoff bei gewöhnlicher Beschäftigung erscheint als in den entsprechenden Reihen a und c, war auch die Harnmenge sehr bedeutend. Ich mache auch auf die abgerundeten Harnzahlen aufmerksam; es ist jedenfalls sonderbar und „bewunderungswürdig", wenn am 13. und 14. Tage der Mann I gerade 900 und 1000, der Mann II 1000 und 1100 Harn lässt.

Ich habe stets und so viel es in meinen Kräften stand, davor gewarnt, in diesem Gebiete Versuchen zu vertrauen, die nicht mit der äussersten Sorgfalt und Berücksichtigung aller mitwirkenden Umstände gemacht worden sind; ich habe mir dadurch zu meinem lebhaften Bedauern manche Feinde gemacht, aber, wie ich sehe, immer noch nicht erreicht, dass Jeder ein klares und richtiges Urtheil darüber sich erworben hat.

Aus seinen Zahlen zieht nun Parkes den Schluss, dass bei gleichem Gehalte der Nahrung an Eiweiss während der Ruhe die Zersetzung desselben grösser ist, dass dagegen während der Arbeit davon am Muskel angesetzt wird; Liebig folgert gerade das Umgekehrte daraus, denn nach ihm beweisen sie eine grössere Zersetzung von Eiweiss bei der Muskelanstrengung, dessen Produkte aber nicht gleich am Arbeitstage, sondern erst später in der Ruhe als Harnstoff[1]) austreten.

1) Liebig legte seinen Schlüssen die von Parkes gefundenen Werthe der Harnstoffbestimmung mittelst salpetersaurem Quecksilberoxyd zu Grunde, während er die Resultate der Gesammtstickstoffbestimmung nehmen muss, da Liebig's Methode, wie ich schon längst gezeigt habe, nicht den Harnstoff- sondern bei

Ich kann mich weder der einen noch der anderen dieser Auslegungen anschliessen. Die Differenzen betragen allerdings bei Nr. I 7.6 Grm. Stickstoff, bei Nr. II 4.9 Grm.; da aber nach Ranke eine Schwankung um 2 Grm. Stickstoff in den Fehlergrenzen einer ziemlich genauen Arbeit liegt, und wir nach obigen

---

manchen Harnen annähernd den Stickstoffgehalt angibt (phys.-chem. Untersuchungen 1857 S. 11; Zeitschr. f. Biologie 1865, Bd. I S. 120). Ausser dem Harnstoff finden sich im Harn nämlich noch andere stickstoffhaltige Stoffe, welche grösstentheils Verbindungen mit dem salpetersauren Quecksilberoxyd eingehen; da nun deren Stickstoffäquivalent sich ähnlich verhält wie das des Harnstoffs, so erhält man dadurch nahezu die Stickstoffmenge des Harns. Ich habe in dieser Hinsicht häufig auf die Gegenwart des mit dem Quecksilber sich verbindenden Kreatinins, des Kreatins, der Harnsäure, der Kynurensäure, eines leicht zersetzlichen stickstoff- und schwefelhaltigen Körpers und anderer Extraktivstoffe aufmerksam gemacht. Für den Hundeharn ist in den meisten Fällen das Liebig'sche Titrirverfahren ein Mittel, den Stickstoff auf 0.12 % zu finden; für den Menschen gab ich früher für 3 Fälle ein Plus von 0.02—0.07 % an, für 2 Fälle fand sich mit dem direkten Verfahren ein Minus von 0.02—0.03 % (Zeitschr. f. Biol. 1865 Bd. I S. 130); Ranke hatte eine Differenz von + 0.001 % ermittelt. In einer Abhandlung, in welcher S. Schenk (Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. 59, 1869, 2. Abthlg.) den Werth der quantitativen Bestimmung des Harnstoffs nach Liebig bespricht, sagt er, ich sei durch meine Versuche am Menschenharn zu der Ansicht gelangt, dass die Schwankungen zwischen den Zahlen beider Methoden so gering sind, dass man ohne Weiteres eine Stickstoffbestimmung durch Verbrennung umgehen dürfe, er könne sich mir aber hierin nicht anschliessen. Schenk fand als Maximaldifferenz 0.21 %, was im Tage etwa 2 Grm. Stickstoff ausmachen könnte. Ich will nicht leugnen, dass manche Harnproben eine solche prozentige Differenz geben können, aber ich halte es für unwahrscheinlich, dass dies für die gesammte tägliche Harnmenge, welche Schenk nicht bestimmt hat, bis zu 2 Grm. Stickstoff betragen kann, wenigstens erhielt ich bei meinen vielen neueren Bestimmungen (Zeitschr. für Biol. 1866, Bd. II S. 469), wo ich die Harnmenge für den Tag kannte, als höchste Abweichung 0.6 Grm. Stickstoff. Aber auch zugegeben, dass die Differenz manchmal so gross ist, so würde dies unseren Versuchen am Menschen keinen Eintrag thun, da dabei der Stickstoff direkt bestimmt worden ist. Ich stimme jedoch mit Schenk ganz überein, dass die Liebig'sche Methode keine genauen Werthe für den Stickstoff des Menschenharns giebt, darum habe ich ja auch die direkte Stickstoffbestimmung gemacht; wenn Schenk sagt, die Liebig'sche Methode sei auch nicht brauchbar, um den Harnstoff zu bestimmen, wir wüssten aber vorläufig die Substanzen nicht, welche den Fehler verursachen, so bemerke ich, dass ich ersteres schon längst ausgesprochen, aber zugleich auch einige der störenden Substanzen namhaft gemacht habe (z. B. Zeitschr. f. Biol. 1865 Bd. I (S. 124—127). In neuerer Zeit schliesst Thudichum aus der Verbindung, welche die im Harn in geringer Menge vorkommende von ihm sogenannte

Angaben annehmen müssen, dass Parkes grössere Fehler gemacht hat, so werden für den Mann II die Werthe, auf die sich ein Schluss gründen lässt, sehr klein; wenn der Mann Nr. I bei der nämlichen Kost eine ansehnlich grössere Schwankung zeigt, so ist dies nur ein weiterer Beweis für die Unsicherheit der Zahlen von Parkes.

Die Schwankungen in der Stickstoffausscheidung von einem Tag zum andern sind bei gleicher Art der Beschäftigung sehr gross, z. B.

Tag	I	Tag	II
2—3	2.4	1—2	2.9
9—10	1.8	9—10	2.5
15—16	3.9	15—16	2.3

Es kommen also bei Parkes bei gleichem Verhalten des Körpers Schwankungen bis zu 3.9 Gmm. im Stickstoff vor, die daher innerhalb der Versuchsfehler liegen.

Es könnten aber dennoch die genannten Schlussfolgerungen wahrscheinlich werden, wenn die niedersten und höchsten Zahlen stets auf gewisse Tage fallen. Ich gebe nicht viel darauf, wenn bei beiden Männern im Allgemeinen die Werthe in gleichem Sinne gehen, da die Differenzen vorzüglich durch den verschiedenen Stickstoffgehalt der Speisen verursacht sind und letztere für beide täglich immer die nämlichen waren.

Betrachten wir zuerst die Zahlen von Parkes ohne irgend eine Hypothese. Die Mittelzahl der 16 Beobachtungstage ist für Nr. I 19.0, für Nr. II 19.2 Gmm. Stickstoff. Beim Uebergang von der gewöhnlichen Beschäftigung zur möglichsten Ruhe steigt die Stickstoffmenge am ersten Ruhetage etwas (auf 20.1 Gmm.) gegenüber dem 4. Tage mit gewöhnlicher Beschäftigung, aber es ist zu

---

Kryptophansäure mit salpetersaurem Quecksilberoxyd giebt, dass die Liebig'sche Harnstoffbestimmung einer Correktur bedürfe, er kennt offenbar meine und Schenk's Arbeiten nicht. In meinem Laboratorium wird seit langer Zeit nur mehr die direkte Stickstoffbestimmung nach meinem von Schneider und Seegen so trefflich modificirten Verfahren gemacht, das im höchsten Grade einfach ist.

bedenken, dass auch bei gewöhnlicher Beschäftigung bei Nr. I die Zahl 19.2, bei Nr. II die Zahl 20.4 vorkömmt. Bei gewöhnlicher Beschäftigung nach der Ruhe fällt die Stickstoffausscheidung am ersten Tage; im Uebrigen kommen jedoch bei der gewöhnlichen Beschäftigung in Reihe c bei Nr. I 19.4, bei Nr. II 20.6 Grm. Stickstoff vor, also die nämlichen Zahlen wie am ersten Ruhetage. Bei der Arbeit scheint die Ausscheidungsgrösse am zweiten Tage etwas zuzunehmen, sie steigt auf 20.8 und 20.9 Gmm. Stickstoff, welche Zahlen aber auch bei gewöhnlicher Beschäftigung und am ersten Ruhetage aufgetreten sind. Beim Uebergang von der Arbeit zur gewöhnlichen Beschäftigung finden sich ziemlich hohe Werthe, die aber auch in Reihe a und c ohne vorhergehende Arbeit vorkommen und in noch viel höherem Maasse in Reihe e am 3. Tage bei Nr. I und am 4. bei Nr. II. Es bleiben daher nur die niedrigen Zahlen (15.9 und 16.7) am 7. Tage, dem ersten nach der Ruhe, übrig, obwohl auch mitten in der Reihe a bei gewöhnlicher Beschäftigung davon sehr wenig verschiedene gefunden worden sind, nämlich bei Nr. I, Tag 2, 16.8 und bei Nr. II, Tag 3, 17.0 Gmm. Stickstoff.

Prüfen wir jetzt die Hypothese Liebig's, welche die stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte nicht an demselben Tage im Harn austreten lässt, an dem der erste Zerfall des Eiweisses vor sich gegangen ist. Darnach kann sich der Einfluss der Arbeit erst später geltend machen, den nun auch Liebig in einer vermehrten Stickstoffausscheidung nach derselben finden will. Dies würde eine grössere Eiweisszersetzung bei der Muskelthätigkeit voraussetzen, was Liebig (S. 99) in der That auch ausspricht. Seine neue Lehre steht also in direktem Widerspruche mit dem, was er wenige Blätter vorher (S. 72) ausdrücklich anerkannte, wo es wörtlich heisst: „wenn man über diese Thatsache nachdenkt, so sieht man sogleich ein, dass dies nicht anders sein kann, denn wenn der Umsatz der Muskelsubstanz stiege mit der Arbeit, so würde, da die Arbeit im Willen liegt, ein Mensch seinen ganzen Muskelvorrath verbrauchen können.“ Jedermann sieht wohl ein, dass letzteres kein Grund für ein Gleichbleiben des Eiweissverbrauchs bei der Arbeit ist, denn wenn auch durch die Arbeit viel Muskelsubstanz

verbraucht würde, so könnte dem Verbrauch und der Arbeitsmöglichkeit doch in anderen Einrichtungen (z. B. in der Ermüdung) eine Grenze gesteckt sein, ehe wir alle unsere Muskeln ablaufen.

Doch abgesehen von diesem Widerspruche, so könnte immerhin die Hypothese Liebig's von der nachherigen Steigerung der Stickstoffausscheidung ihre Berechtigung haben. Dem Mitttel der 3 letzten Tage der Reihe c. nach würde sich für 1 Arbeitstag eine Zurückhaltung von 7.1 Stickstoff für Nr. I, von 2.8 für Nr. II berechnen.

Wenn auch die Endglieder der Eiweisszersetzung erst später den Körper verliessen, also z. B. in einem bestimmten Falle von 20 Stickstoff 10 zurückblieben, so müsste doch nach mehrtägigem Fortgang des nämlichen Eiweissverbrauchs in 24 Stunden ebensoviel Stickstoff entfernt werden, als zugeführt worden ist, da für die 10 im Körper gebliebenen Stickstoff 10 von dem vorausgehenden Tage hinzukommen. Man könnte daher nichtsdestoweniger in kurzer Zeit aus dem Stickstoffgehalte des Harns auf die im Tag verbrauchte Menge stickstoffhaltiger Substanz schliessen, wie auch der Bilanzversuch von Pettenkofer und mir zur Evidenz beweist, nur wäre dies bei einer Aenderung des Verbrauchs für die erste Zeit nicht möglich.

Nehmen wir auch an, es werde bei der Arbeit mehr zersetzt als bei der Ruhe, und es erschiene das Plus von Stickstoff nicht gleich im Harn, sondern erst die nächsten Tage, so würde daraus doch keine wesentliche Aenderung in der täglichen Stickstoffausscheidung sich ergeben. Liebig hat nämlich übersehen, dass wenn am Arbeitstage wirklich mehr zersetzt wird, das Eiweiss der Nahrung nicht ausreicht und der Körper von seinem eigenen Eiweiss hergibt, und dann in den nächsten Ruhetagen ebensoviel Eiweiss wieder angesetzt wird, als vorher bei der Arbeit verloren gegangen ist. Es müsste daher nahezu eine Ausgleichung eintreten, indem der von der Mehrzersetzung bei der Arbeit zurückgehaltene Stickstoff und der bei der Ruhe als Eiweiss angesetzte sich compensiren. Nehmen wir z. B. an, bei der Ruhe sei der Körper im Stickstoffgleichgewicht und scheide 18 Stickstoff aus, bei der Arbeit auch 18, aber es seien 20 von zerstörtem Organeiweiss herrührend, noch zurückgeblieben, die erst später austreten, so würden bei der darauffolgenden Ruhe

in einigen Tagen allmählich wieder die 20 Stickstoff als Organeiweiss angesetzt werden; lassen wir diese Ausscheidung des zurückgehaltenen Stickstoffs und den Eiweissansatz in 4 Tagen gleichmässig ablaufen, so würde die Stickstoffausscheidung fortwährend täglich 18 Grm. betragen.

	N verbraucht	N zurück	N im Harn
Ruhe	18	—	18
Arbeit	38	20	18
Ruhe	10	8	18
„	12 } — 20	6 } + 20	18
„	14	4	18
„	16	2	18
„	18	—	18

Sollte auch die Zeit und die tägliche Grösse des Ansatzes von Eiweiss und der Abscheidung des zurückgehaltenen Stickstoffs ungleichmässig sein, so könnte doch die Differenz der Stickstoffausscheidung bei Ruhe und Arbeit in 2 auf einander folgenden Tagen stets nur gering ausfallen; das Mittel würde sich gar nicht ändern, während Liebig auch im Mittel eine grössere Stickstoffausscheidung postulirt, da er auf den in der Ruhe nothwendig folgenden entsprechenden Eiweissansatz nicht achtet.

Der Harnstoff hat wohl unzweifelhaft, wenigstens zum Theil, gewisse Vorstufen, aber die Unmöglichkeit, Harnstoff im lebenden Muskel zu finden, beweist noch nicht, dass er im Muskel nie entsteht, und noch weniger, dass die Eiweisszersetzung nicht durch die an diesem Tage secernirte Stickstoffmenge gemessen werden kann. Sie kann gemessen werden, sobald die Umwandlung in kürzerer Zeit sich vollzieht. Alle unsere Erfahrungen weisen nun auf eine rasche Umwandlung hin.

Findet bei der Arbeit eine Zurückhaltung stickstoffhaltiger Produkte statt, so kommt sie wohl auch bei der Ruhe vor. Man könnte daran denken, ob nicht der bei vermehrter Eiweissmenge der Nahrung

in den ersten Tagen im Harn nicht erscheinende Stickstoff zum Theil auf Rechnung von Eiweissansatz, zum Theil auf die noch nicht vollständige Ueberführung in die letzten Ausscheidungsstoffe kommt, und ob nicht die Anfangs reichliche Stickstoffausscheidung beim Uebergang zu einer eiweissärmeren Nahrung nicht nur von einer Abgabe von Eiweiss vom Körper, sondern auch von einer solchen der zurückgehaltenen Produkte herrührt.

Man weiss aber, wie rasch das Gleichgewicht der Stickstoffeinnahme und Ausgabe auch bei gewaltigem Eiweissumsatz eintritt. Nach einer Nahrungsentziehung von 10 Tagen (15.—25. März 1862) bekam ein Hund 1500 Fleisch; es fehlte dabei nur am ersten Tage der Stickstoff von 224 Fleisch, den zweiten Tag war schon das Gleichgewicht erreicht; wenn also auch gar kein Eiweissansatz stattgefunden hätte, was bei einer Schwankung von 1500 Fleisch doch äusserst unwahrscheinlich ist, so betrüge die Zurückhaltung nur 15% des am ersten Tage Umgesetzten, und am zweiten Tage, bei anderen Reihen am dritten oder vierten Tage, kam schon der ganze Stickstoff der Nahrung zum Vorschein, so dass im höchsten Falle, bei einer ganz unwahrscheinlichen mir ungünstigen Voraussetzung, in den ersten 48 Stunden der Stickstoffgehalt des Harns den des Eiweissumsatzes nicht ganz repräsentiren würde. Nun lässt sich aber für einzelne Fälle zeigen, dass daran ausschliesslich nur ein Ansatz oder ein Verlust von Eiweiss betheiliget ist. Ich habe nämlich nach Hunger, wenn das Versuchsthier arm an Fett geworden war, gleich am ersten Tage der Fütterung mit viel Fleisch das Stickstoffgleichgewicht eintreten sehen; so bekam z. B. der Hund nach 4tägigem Hunger, wobei er am letzten Tage 13.3 Harnstoff ausschied (den 21. Nov. 1860), 1000 Fleisch, welche 73.0 Harnstoff liefern sollten, und in Wirklichkeit 76.2 lieferten, so dass also nach den Ergebnissen des Versuchs die Zeit für die Ueberführung in die Ausscheidungsstoffe eine kürzere als 24 Stunden ist.

Das Gleiche zeigen auch die Beobachtungen über die Ausscheidung der stickstoffhaltigen Stoffe, welche man als Vorstufen des Harnstoffs betrachten könnte. Das durch den Mund eingeführte oder ins Blut eingespritzte Kreatin geht nach meinen[1]) und nach

1) Voit, Zeitschr. f. Biol. 1868, Bd. IV S. 107 u. 113.

Meissners[1]) Erfahrungen nicht in Harnstoff über, sondern erscheint als solches oder als Kreatinin im Harn und zwar im Laufe von 24 Stunden; da ferner nach mir[2]) die Ausscheidung von Kreatin im Harn bei der Arbeit nicht grösser ist, und im angestrengten Muskel nach Nawrocki und mir[3]) nicht mehr Kreatin gefunden wird als im geruhten, so kann also von einer längeren Aufstauung von Kreatin, dem bekanntesten Zersetzungsprodukt des Muskels, keine Rede sein. Eine Vorstufe des Harnstoffs könnte die Harnsäure sein, welche bekanntlich nach der Entdeckung von Wöhler und Frerichs im Körper in Harnstoff übergeht; Zabelin,[4]) der in meinem Laboratorium arbeitete, gab einem Hunde während 2 Tagen grössere Mengen reiner Harnsäure (44 Grm.) unter sein Fressen, und fand darnach alle in's Blut übergegangene Harnsäure als Harnstoff wieder auf; es setzt sich hier jedoch die Harnstoffvermehrung noch einen Tag nach der Fütterung fort, was bei der Harnsäure nicht zu verwundern ist, da sie als solche so gut wie unlöslich in Wasser ist und also erst in den unteren Theilen des Dünndarms und Dickdarms, wo eine alkalische Reaktion auftritt, resorbirt werden kann.

Sehr interessant sind die Beobachtungen von O. Schultzen und M. Nencki,[5]) welche mit zwei Stoffen, die höchst wahrscheinlich zu den Vorstufen des Harnstoffs gehören, mit dem Glycocoll und dem Leucin, Versuche machten; beide werden in Zeit von 24 Stunden völlig in Harnstoff umgewandelt und entfernt. Auch die Benzoesäure, welche im Körper durch Aufnahme des stickstoffhaltigen Glycocolls in Hippursäure übergeht, vollzieht diesen Process rasch; nach Meissner und Shepard[6]) findet sich schon $1/2$—$3/4$ Stunden nach der Einnahme der Benzoesäure bei Kanninchen, Hunden und Menschen im Harn die Hippursäure in reichlicher Menge, 12 Stunden darnach erscheint bei dem Menschen keine Hippursäure mehr.

---

1) Meissner, Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. 31 S. 284.

2) Voit, Zeitschr. f. Biol. 1868, Bd. IV S. 99, 100, 108.

3) Voit, Zeitschr. f. Biol. 1868, Bd. IV S. 88, 89.

4) Zabelin, Annal. d. Chemie und Pharm. II. Suppl-Bd. 3. Heft, S. 329.

5) Schultzen und Nencki, Berichte der deutsch. chem. Ges. 1869 S. 566.

6) Meissner und Shepard, Unters. über d. Entstehen der Hippursäure im thier. Organismus 1866 S. 23.

Alle diese Erfahrungen machen es höchst unwahrscheinlich, dass wegen einer Zurückhaltung intermediärer Produkte der Stickstoff des Harns kein Maass für den täglichen Eiweissumsatz ist; allerdings findet man in jedem Organe gewisse Zersetzungsprodukte, aber nur soviel als bei den gegebenen Kreislaufsverhältnissen nicht fortgeschwemmt werden, für welche dann das Organ mit den Extracten gesättigt ist. Entstehen nun neue Mengen davon, so wird der Ueberschuss weggenommen, und das Organ bleibt auf seinem Gehalt, so wie ich denn auch aus einem Muskel eines 38 Tage hungernden Hundes die nämliche Quantität von Wasserextrakt und Kreatin gewonnen habe wie aus dem eines reichlichst mit Fleisch ernährten Thieres.

Ich kann aber mit Gewissheit sagen, dass die Auslegung, welche die Parkes'schen Versuche durch Liebig erfahren haben, nicht richtig ist; es hat ja nicht nur Parkes solche Versuche angestellt, sondern auch Andere und darunter ich. Warum Liebig von den Versuchen dessen, der dies Gebiet zuerst angebaut und die Methoden entwickelt hat, keine Notiz nimmt, warum er dagegen Parkes, dessen Methode und Resultate ich vorher beleuchtet habe, in den Vordergrund rückt, das ist mir unverständlich. Ich habe bei meinen ersten 4 Versuchsreihen am Hunde in den Ruhetagen nach der Arbeit keine vermehrte Harnstoff- und Stickstoffausscheidung wahrgenommen, ebensowenig in den 2 späteren Reihen.[1]) Sollte auch Liebig auf Versuche der Art an Hunden nichts geben, so liegen doch von Pettenkofer und mir[2]) Versuche am Menschen vor, bei denen die ganze Stoffbilanz dargelegt ist und Stickstoffgleichgewicht bestand. Nach Parkes soll auf die 12 Tagesstunden bei der Ruhe mehr Stickstoff im Harn treffen, als auf die 12 Nachtstunden; bei der Arbeit soll dagegen in der Tageshälfte die Stickstoffmenge kleiner sein als in der bei der Ruhe und als in der Nachthälfte, d. h. die hauptsächlichste Differenz fällt auf die Ruhezeit gleich nach der Arbeit. Wir haben nichts der Art trotz der Trennung unserer Versuche in die Tages- und Nachthälfte con-

1) Voit, Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. II S. 339.
2) Pettenkofer und Voit, Zeitschr. f. Biol. 1866, Bd. II S. 537.

statiren können; wir fanden bei gleicher Nahrung und Umrechnung des Harnstickstoffs in Harnstoff Folgendes:

	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Arbeit	Arbeit
Tag . . .	21.5	17.8	19.2	20.1	18.9
Nacht . .	15.7	17.6	18.0	16.2	18.4
24 Stunden	37.2	35.4	37.2	36.2	37.3.

Diese Resultate müssen respectirt werden oder es muss dargethan werden, dass sie fehlerhaft sind.

Es sind von den verschiedenen Beobachtern verschiedene Angaben über die Stickstoffausscheidung zwischen Ruhe und Muskelthätigkeit gemacht worden, die man sich nicht recht erklären konnte. Den grössten Theil der Schwankungen bei Beobachtungen am Menschen suche ich in dem ungleichen Stickstoffgehalte der Nahrung. Soviel steht fest, dass die Aenderungen nur unwesentliche sind. Ich selbst habe am Hunde in meinen ersten 24stündigen Versuchen bei Hunger und namentlich bei reichlicher Fleischnahrung ein kleines Plus von Harnstoff bei der Arbeit gefunden; den Grund der geringen Vermehrung des Eiweissumsatzes bei der Arbeit suchte ich zum Theil in der grösseren Wasseraufnahme und Harnmenge, vorzüglich aber in dem durch die verstärkten Herz-, Athem- und Körperbewegungen mehr aufgenommenen Sauerstoff, der dann bei Mangel an Fett oder Kohlehydraten mehr Eiweiss des intermediären Säftestroms angreift; ich habe daher damals schon gesagt: würde man den überschüssigen Sauerstoff durch einen anderen Stoff, der sich damit verbindet, z. B. durch Fettzusatz in Beschlag nehmen, so könnte man die grössere Eiweisszersetzung völlig aufheben. In der That hat sich dies auch beim Menschen, wenn er nicht mager war oder stickstofffreie Stoffe in der Nahrung in genügender Menge erhielt, so herausgestellt. Es kann also auch beim Menschen, wie beim Hunde, unter gewissen Umständen eine kleine Steigerung der Eiweisszersetzung eintreten, namentlich bei fettarmer und für die Arbeit ungenügender Zufuhr stickstofffreier Substanzen, oder bei sehr reichlicher Sauerstoffaufnahme bei angestrengter Thätigkeit. Nimmt der Körper durch die Arbeit an Fett ab, so kann auch noch in den ersten Tagen nachher eine etwas grössere Zersetzung von Eiweiss stattfinden; dies scheint in der That mit ein Grund zu sein

für die bei der Arbeit und direkt nachher etwas grössere Stickstoffausscheidung der Soldaten von Parkes; der von uns untersuchte Mann entleerte dieselbe Menge Stickstoff wie jene Soldaten, ersterer hatte aber in der Nahrung 315 Kohlenstoff zur Verfügung, letztere dagegen nach einer Berechnung nur etwa 254 Grm. Unser Arbeiter setzte in der Ruhe etwas Fett an, reichte jedoch bei der Arbeit nicht aus und gab noch gegen 50 Grm. Fett von seinem Körper her; noch viel weniger reichten die Soldaten von Parkes bei einer ansehnlich geringeren Kohlenstoffzufuhr hin und namentlich nicht am 2. Tage bei einem Marsche von 35 engl. Meilen.[1])

Die Verschiedenheit der Beobachtungen in der Tages- und Nachthälfte erklärt sich vielleicht aus einem längeren Verweilen der Nahrung im Darm der Soldaten während der starken Anstrengung oder aus einer Verschiebung der Zeit des letzten Essens vor dem Schlafengehen; bei unseren Versuchen (Nr. 10 und 11) mit sehr reichlicher Nahrung ergab sich aus der Verlängerung der Verdauungszeit Nachts eine ansehnlich grössere Stickstoffausscheidung als Tags.

Bei Versuchen, welche nur einige Stunden dauern, kann sehr wohl ein noch nicht völliger Uebergang der Vorstufen des Harnstoffs in Harnstoff stattgefunden haben, oder Harnstoff als solcher bei den veränderten Kreislaufsverhältnissen noch in den Säften, wo er ja stets vorkommt, oder in den Harnwegen im Rückstand sein; die Zeit, in der man aus der Stickstoffausscheidung im entleerten Harn auf den Umsatz schliessen darf, hat natürlich ihre Grenze, Minutenversuche ergeben daher kein brauchbares Resultat und so theilweise auch Versuche, die nur einige Stunden währen. Bei den kleinen Differenzen in den Harn- und Stickstoffmengen

1) In Auerbachs Volkskalender (1869 S. 134) schliesst Liebig aus der Abnahme des Körpergewichtes der beiden Soldaten nach dem Marsche auf ein Schwinden der Muskelmasse, da ein Ueberfluss von stickstofffreien Stoffen in der Nahrung vorhanden gewesen sei und ein Wasserverlust sich durch Trinken von ein Paar Gläs Wasser hätte ausgleichen lassen. Dies sind dem Thatbestand nicht entsprechende Auslegungen; dass die Soldaten kein oder nur wenig Eiweiss vom Körper abgaben, zeigen die Versuche von Parkes; dass nicht genügend stickstofffreie Substanzen zugeführt wurden und ein Verlust von Fett stattfand, meine Berechnungen; und dass man aus dem Körpergewicht nicht auf die Art der Abgabe vom Körper schliessen kann, und sich ein Wasseraustritt bei beschränkter Wasseraufnahme nicht so rasch wieder herstellt, meine vielfältigen Beobachtungen.

einiger Stunden ist ferner eine direkte Stickstoffbestimmung unerlässlich und diese ist nur selten gemacht worden.

Den dritten Einwand Liebig's gegen Fick und Wislicenus und auch gegen meine Angaben und Schlussfolgerungen haben wir daher, ebenso wie den zweiten, als nicht gerechtfertigt erkannt.

4.

Nach den in den vorigen Abschnitten gemachten Darlegungen sind also zwei Hauptpunkte der früheren Theorie Liebig's über die Quelle der Muskelkraft, nämlich der eine, dass die Eiweisszersetzung eine Folge der Arbeit sei und ihr proportional gehe, und der andere, dass nur Organisirtes verbraucht wird, bei der Prüfung durch den Versuch am Thier nicht richtig befunden worden, und es haben sich dadurch unsere Anschauungen über die Quelle der Muskelkraft vollkommen geändert. Der dritte Hauptpunkt derselben, dass nur das Eiweiss die mechanischen Leistungen ermöglicht, ist bis jetzt noch nicht durch den Versuch erledigt. Die meisten Physiologen glauben zwar, er sei auch unrichtig, und es seien die stickstofffreien Stoffe ebensogut die Erzeuger der Kraft für die Arbeit, jedoch sind die Gründe für diese Meinung noch nicht beweisend. Von den von Liebig dagegen vorgebrachten Angaben ist die von der späteren Ausscheidung der stickstoffhaltigen Zersetzungtprodukte und die von der Unmöglichkeit, aus der Verbrennungswärme einer Substanz auf die in ihr enthaltene Spannkraft zu schliessen, nicht stichhaltig; die dritte, dass der Körper wahrscheinlich mit einem Vorrath von Kraft, wie die meisten Maschinen, arbeitet, rührt von Pettenkofer und mir her. Es müsste entschieden werden, ob die genau bestimmte latente Kraft einer Eiweissmenge, welche den Organismus dauernd zu gewissen Leistungen befähigt, z. B. für einen erwachsenen Menschen etwa 140 Grm. für den Tag, hinreicht, die von ihm dauernd ausgeführte innere und äussere Arbeit zu liefern. Pettenkofer und ich sind noch der Meinung, dieselbe reiche aus, aber wir werden alsbald die alte Vorstellung fallen lassen, sobald ein Versuch sie als unmöglich erwiesen hat.

Sollten aber auch die stickstofffreien Stoffe die Kraft für die Muskelcontraktion geben, so würde doch noch das Eiweiss durch seine Fähigkeit die für das Zustandekommen der Arbeit unum-

gänglich nothwendige Sauerstoffaufnahme zu vermitteln und den zur Erhaltung einer grösseren Muskelmasse für den kräftigen Körper nöthigen Stoff zuzuführen, wesentlich an der Arbeit betheiligt sein. Wir können uns vorläufig eine Uebertragung der bei dem Zerfall des Eiweisses, welches die kleinsten Organtheilchen berührt, frei werdenden lebendigen Kraft in eine Bewegung dieser Theilchen leichter denken, als eine solche von Fett, das nur schwer in die zelligen Gebilde eintritt; wir müssten denn annehmen, dass letzteres zuerst irgendwo in eine in Wasser lösliche Substanz, z. B. in Glycogen verwandelt wird.

Durch die neueren Bemerkungen Liebig's ist seine frühere Theorie nicht gerettet worden; sie enthalten nichts Neues oder Fruchtbringendes über die Quelle der Muskelkraft und wir sind in unseren Vorstellungen darüber nicht gefördert worden.

Das Beispiel mit der Wirkung der Hefezelle ist nur ein Gleichniss. Die Ermittelung der Ursachen der Gährungserscheinungen ist, wie Liebig mit klarem Blicke erkannte, von grosser Bedeutung für die einstige Erklärung der Vorgänge und Zersetzungen im höheren aus Zellen oder Zellenabkömmlingen bestehenden Thier, da wir es im ersteren Falle mit einfachen Organismen und relativ einfacheren Processen zu thun haben. Die Physiologen haben seit lange die Bedingungen für den Umsatz im Thierkörper in den Zellen gesucht, wenn die Ernährungsflüssigkeit durch sie wandert und mit ihnen in Berührung kommt. Wenn nun Liebig dies an einem einfachen Beispiel erläutert, und ein System von Hefezellen, von einem Strom Zuckerwasser durchflossen, als eine Quelle von Wärme und mechanischen Wirkungen mit dem Verhalten des Muskels vergleicht, so ist dies ein Bild von dem Zustandekommen solcher Processe, aber es wird damit nichts anderes ausgedrückt, als dass die in den Zellen niederer und höherer Organismen stattfindende Zersetzung gewisse Wirkungen hervorbringt.

Wir werden nach meiner festen Ueberzeugung nicht tiefer in die Ursachen der Muskelkraft eindringen, bevor nicht durch Lösung einiger Prinzipienfragen für weitere Induktionen eine feste Grundlage gewonnen worden ist; wir müssen endlich sicher entschieden haben, welche Rolle das Eiweiss und die stickstofffreien Stoffe bei

dem Zustandekommen der Muskelbewegung spielen und ob der Muskel im Moment der Contraktion durch Zersetzung erst die Kraft gewinnt oder ob er sich wie eine gespannte Feder verhält. Dies kann nur durch den Versuch geschehen und zwar vor Allem durch die Messung der Gesammtzersetzung, der dabei gelieferten äusseren Arbeit und der abgegebenen Wärme. Pettenkofer und ich sind, wie wir angezeigt, schon seit längerer Zeit mit dieser nicht leichten Aufgabe beschäftiget.

II.

Liebig discutirte an mehreren Stellen seiner Schrift die Frage, welche Stoffe bei ihrem Umsatz die Muskelarbeit bedingen. Früher hatte er ausschliesslich und unzweifelhaft das Eiweiss als diesen Stoff bezeichnet; auch jetzt lässt er es diese Rolle spielen, jedoch nicht direkt, sondern durch gewisse Zersetzungsprodukte, die Extractivstoffe des Muskels. Dies würde zwar im Wesentlichen an unseren Vorstellungen nichts ändern, insofern nur diejenigen Extractivstoffe, welche Abkömmlinge des Eiweisses sind, als weiteres Arbeitsmaterial dienen können; doch würden daraus im Speciellen mannigfache Modifikationen in unseren Anschauungen über die Quelle der Muskelkraft und die Ernährung hervorgehen.

Anfangs tritt die genannte Anschauung nur verhüllt hervor. Die unveränderte Zusammensetzung des Syntonins und Eiweisses im Muskel scheint nach Liebig (S. 94) zu beweisen, dass eine Spaltung desselben im Muskel nicht statt hat, und dass Stoffe von viel höher gesteigerten Spannkräften die Arbeitsleistung bedingen. Er denkt sich darunter aus dem Eiweiss entstandene Produkte, die bei ihrer Bildung noch Wärme, möglicherweise aus der Oxydation stickstofffreier Stoffe herstammend, aufgenommen haben; für die Existenz solcher Verbindungen im Muskel scheint ihm die Thatsache zu sprechen, dass Frankland die Verbrennungswärme des Kreatins wegen der heftigen Explosion desselben im Rohre des Calorimeters nicht bestimmen konnte, er will aber damit nicht entfernt gesagt haben, ob und in welcher Weise das Kreatin an der Muskelarbeit betheiligt ist. Wenn Liebig zu dieser Ansicht bestimmt worden ist, weil die unveränderte Zusammensetzung des Syntonins und Eiweisses im Muskel eine Spaltung desselben im Muskel unwahrscheinlich macht,

so kämen wir, da wir für kein Organ eine Veränderung seiner eiweissartigen Substanzen direkt darthun können, zu der Annahme, dass nirgends im Körper ein Zerfall von Eiweiss stattfindet, während doch täglich sehr bedeutende Mengen davon in ihm zersetzt werden. Es ist ebenso wenig für die Stoffe, welche Liebig jetzt als Arbeitsmaterial bezeichnet, irgendwie eine Aenderung ihrer Zusammensetzung im Muskel dargethan, die der neuen Hypothese entspricht. Während aber zuerst jener Gedanke noch durch die Wörter „vielleicht, scheint, können, dürfte, denkbar, möglicherweise etc." verklausulirt ist, tritt er später offener und zuletzt mit aller Bestimmtheit hervor. Es ist übrigens in diesem Kapitel nicht immer leicht, sich die Vorstellungen von Liebig klar zu machen; ich hoffe jedoch seine Ansichten richtig aufgefasst zu haben.

a. Zunächst sucht er festzustellen, dass alle Bestandtheile des Muskels, also auch die in kaltem Wasser löslichen und in der Hitze nicht gerinnbaren Extraktivstoffe, welche 14% der trockenen Substanz ausmachen, ebenso nothwendig zur Zusammensetzung des Muskels gehören wie das Eiweiss, und Theil haben an den Vorgängen des arbeitenden Muskels. Leider kennen wir bis jetzt nur wenige von den Stoffen des Extraktes; ein Theil davon (20%) besteht aus Aschebestandtheilen und nach Abrechnung der letzteren bleiben im trocknen Muskel noch 11% organischer Natur. Die anorganischen Stoffe sind zur Zusammensetzung des Muskels nothwendig; von den organischen sind nur Kreatin, Kreatinin (?), Inosinsäure, Sarkin, Xanthin, Milchsäure und Zucker isolirt. Die übrigen sind wohl grossentheils stickstoffhaltig, aber in geringerem Grade als das Kreatin, denn das trockene Extrakt enthält 13.7% Stickstoff und nach Abzug der Asche 17.1%, das trockene Kreatin 32.1%.

Hier verfällt Liebig wiederum in den Irrthum, in den er Du Bois gegenüber schon einmal verfallen ist, dass er unbedenklich alle Stoffe, die man bei Behandlung mit allen möglichen Agentien aus den Organen erhält, als Bestandtheile des lebenden Organes ansieht.

Es ist unmöglich festzustellen, wieweit diese Stoffe im lebenden Muskel schon vorhanden sind, da sie gewöhnlich, wenigstens zum Theil, wie z. B. die Säure, durch das Blut rasch entfernt werden

und erst nach dem Tode des Thieres, wonach der Muskel noch eine Zeit lang fortlebt und wie normal Zersetzungen gewisser Stoffe erleidet, sich ansammeln oder erst durch die eingreifende Behandlung in der Wärme bei Herstellung des Extraktes entstehen. Auffallend ist es, dass der kalte Muskelauszug erst den Geruch nach der Fleischbrühe annimmt, wenn er gekocht wird. Wenn man also gar nicht weiss, was vom Extrakt während des Lebens und Bestehens der Cirkulation im Muskel sich findet, so kann man über die Bedeutung desselben für die normale Zusammensetzung der Organe nichts aussagen. Wir sehen gewöhnlich einen Theil dieser Stoffe als zur Ausscheidung bestimmt an, da sie als solche im Harne entfernt werden, namentlich das Kreatin oder Kreatinin; wenn man Kreatin oder Kreatinin einnimmt, so erscheinen sie in kurzer Zeit unverändert im Harn, ebenso das Kreatin des mit der Nahrung eingeführten Fleisches, aber sie finden sich auch bei kreatinfreier Nahrung, entsprechend der Grösse der Eiweisszersetzung. Mir ist es darnach wahrscheinlicher, dass das Kreatin oder Kreatinin nicht nothwendige Bestandtheile des Muskels sind, sondern Zersetzungsprodukte, welche für den Organismus weiter keine Bedeutung mehr haben. Ich bin nicht im Stande, die folgenden Angaben von Liebig als beweisend für das Gegentheil zu betrachten.

Die einfache, nie fehlende Gegenwart des Kreatins oder Kreatinins im Muskelfleisch aller höheren Thierklassen ist für mich kein Beweis für die Meinung, dass sie für die Oekonomie des Muskels nothwendig sind; man könnte ebensogut umgekehrt sagen, die einfache, nie fehlende Gegenwart des Kreatins oder Kreatinins im Harn aller höheren Thierklassen kann als ein entschiedener Beweis für die Meinung betrachtet werden, dass beide Ausscheidungsprodukte sind. Es sind nur Excretionsstoffe, ähnlich wie der in der Leber und der Milz stets in nicht unbeträchtlicher Menge vorkommende Harnstoff oder die Harnsäure, die Niemand deshalb als nothwendig für die Constitution der Leber oder Milz erklären wird.

Liebig gibt ferner an: „Das Kreatin ist durch sein chemisches Verhalten ein Stoff, dem kein zweiter in der ganzen Chemie an die Seite gestellt werden kann; durch sehr schwache Einwirkungen verwandelt es sich in eine starke alkalische Basis und wieder rück-

wärts in einen neutralen Körper, lediglich durch Wasserabgabe oder Aufnahme, ohne dass also beim Neutralwerden eine Säure mitwirkt; eine Verbindung von so merkwürdigen Eigenschaften muss für die Vorgänge im Apparat der Krafterzeugung eine gewisse Bedeutung haben." Ich kann das Kreatin nicht für einen so merkwürdigen Stoff für den Thierkörper halten, es ist eine ganz indifferente, neutral reagirende Substanz; die starke alkalische Basis, das Kreatinin, kommt im lebenden Muskel gar nicht oder nur in äusserst geringer Menge vor, sie entsteht nach meinen Untersuchungen erst in der Niere aus dem Kreatin durch die Wirkung einer Säure, welche sie neutralisirt.

Nach Liebig sind die organischen Alkalien, zu denen das Kreatinin gehört, Verbindungen eigener und sehr fester Art, und er meint, Jedermann würde es für unzulässig halten, aus dem Vorkommen des Chinins im Harn den Schluss zu ziehen, dass es ohne Einfluss auf die Vorgänge im Körper ist. Letzteres ist ganz richtig, aber vom Chinin oder anderen Alkaloiden kann man die Wirkung mit Leichtigkeit demonstriren, während man dies von dem Kreatin oder Kreatinin nicht vermag. Thiere und Menschen ertragen von dem Kreatin oder dem neutralisirten Kreatinin die grössten Mengen ohne irgend eine Folgeerscheinung zu verspüren, die Wirkung von Chinin, Morphium, Caffeïn, Strychnin etc. dagegen ist in den kleinsten Dosen zu bemerken. Ich habe einem Hunde auf ein Mal 6.3 Grm. Kreatinin und 8.6 Grm. Kreatin beigebracht; Ranke hat weder vom Kreatin noch Kreatinin einen Einfluss auf die Erregbarkeit oder Leistungsfähigkeit des Muskels wahrgenommen. Man kann uns doch vernünftiger Weise nicht zumuthen, von einem Stoff eine weittragende Wirkung anzunehmen, von dem Niemand eine solche nachzuweisen vermag; aber nach Liebig „ist es kaum ein Schluss, vielmehr eine Thatsache, die keiner Begründung bedarf," dass die organischen Extraktivstoffe auch als Bedingungen der Vorgänge des arbeitenden Muskels anzusehen sind.

b. Aber auch zugegeben, dass einzelne der verbrennlichen Extraktivstoffe oder selbst alle eine noch unbekannte wichtige Rolle bei der Muskelcontraktion spielen, so ist doch noch ein gewaltiger Sprung zu der Annahme, dass sie das Arbeitsmaterial sind. Liebig

findet es nicht der Mühe werth, nur den mindesten Grund für diese Hypothese anzugeben; es heisst blos: „und wenn man die geformten Muskelbestandtheile als die Maschinentheile ansieht, so müssen die anderen beweglichen Muskelsubstanzen als das Arbeitsmaterial gelten." Man kann jedoch die geformten Muskelbestandtheile als die Maschinentheile betrachten, ohne dass desshalb die Extrakte das Arbeitsmaterial sein müssen; wir dürfen eben den Strom von eiweisshaltiger Ernährungsflüssigkeit, der beständig die Organe durchläuft, nicht übersehen; und es kann dabei die momentane Zusammensetzung des Muskels trotz eines bedeutenden Eiweissumsatzes ganz die gleiche geblieben sein, wenn nur die Produkte der Zersetzung durch das Blut rasch entfernt worden sind. Da für Liebig die unveränderte Zusammensetzung des Syntonins und Eiweisses im Muskel der Beweis ist, dass eine Spaltung derselben im Muskel nicht statt hat, so wäre die Folge, dass im Muskel überhaupt kein Eiweiss zerfällt, sondern das stickstoffhaltige Arbeitsmaterial des Muskels anderswo im Körper aus Eiweiss erzeugt wird, von wo es erst in den Muskel übertragen und abgelagert wird.

Es können gewisse Stoffe für die Zusammensetzung und die Funktionen des Muskels absolut nothwendig sein, sie brauchen aber darum nicht als Arbeitsmaterial zu dienen. Ohne die 75 % Wasser im Muskel ist keine Contraktion desselben denkbar, da sich in einer trockenen Masse die Theilchen nicht verschieben; das Wasser ist eine unentbehrliche Bedingung für die Vorgänge im Muskel, ohne dass es Arbeitsmaterial ist; ähnlich verhalten sich auch die Aschebestandtheile. So könnte ich mir auch denken, dass die organischen Extrakte zu irgend einem Zweck im Muskel nothwendig sind, jedoch nicht das Arbeitsmaterial darstellen.

Nur diejenigen Stoffe vermögen als Arbeitsmaterial zu dienen, welche sich zersetzen und dabei Spannkraft als lebendige Kraft entwickeln, also nicht das Wasser oder die Aschebestandtheile des Muskels und Extraktes; auch nicht das Chinin oder andere Alkaloide, wenn sie unverändert im Harn wieder abgeschieden werden. Die organischen Extrakte des Muskels thun es nur dann, wenn sie noch weiter sich zerspalten und nicht als solche entfernt werden. Diejenigen, welche bis jetzt das Eiweiss als den Erzeuger der Muskel-

kraft ansahen, dachten sich natürlich, dass der Zerfall desselben im Muskel bis in die Produkte, welche den Muskel verlassen und in das Blut treten, Spannkraft für ihn auslöst; es frägt sich also, ob sich für die organischen Extraktivstoffe noch eine weitere Zersetzung nachweisen lässt. Ich will dies für einen Theil derselben nicht läugnen, und man hat es nie geleugnet, es sind dann eben Stoffe, welche noch in der regressiven Metamorphose begriffen sind, wahrscheinlich aber einen grossen Theil ihrer Spannkraft schon verloren haben, obwohl eine weitere Zersetzung für keinen der bekannten Stoffe dargethan ist.

Es ist leider für die wenigsten Stoffe des Muskels möglich, eine Aenderung bei der Contraktion zu verfolgen, da die im ruhenden Organe beständig vor sich gehende Zersetzung nicht nur durch die Zusammenziehung, sondern auch unter dem Einflusse der Wärme, welche man meist zur Auffindung der Zersetzungsprodukte anwenden muss, beschleunigt wird; man erhält darum in diesem Falle die gleichen Resultate, mag man einen geruhten oder tetanisirten Muskel untersuchen. So wenig man angeben kann, welche Extraktmenge ein lebender Muskel enthält, so wenig kann man etwas über die Zunahme oder Abnahme derselben in Folge der Thätigkeit der Muskeln aussagen, sobald man genöthigt ist, Wärme zur Darstellung des Extraktes zu gebrauchen. Am unveränderten frischen Muskel lässt sich nach dem Tetanisiren eine grössere Menge einer organischen Säure und eine reichlichere Kohlensäurebildung constatiren; aus welchem Stoff aber diese hervorgehen, kann bis jetzt Niemand angeben, und auch nicht, ob dabei Kraft für die Muskelleistung gewonnen wird oder nur Wärme, welche bei der Bildung der nicht flüchtigen und flüchtigen Säure während der Arbeit sowohl, als auch der Todtenstarre in der That nachgewiesen ist. Der unveränderte Extrakt- und Kreatingehalt des Muskels eines reichlich genährten und verhungerten Thieres spricht nicht sehr zu Gunsten der Ansicht, nach der die Extrakte das Arbeitsmaterial sind.

Von einem Stoffe wissen wir aber gewiss, dass er sich nicht weiter zersetzt, das ist gerade der für Liebig so merkwürdige Stoff, das Kreatin; es findet sich im tetanisirten in der Kälte behandelten Muskel in derselben Menge wie im geruhten, und es findet sich als Ausscheidungsprodukt im Harn und zwar in gleicher

Quantität bei Ruhe und Arbeit. Das mit der Nahrung, z. B. im Fleisch oder Fleischextrakt aufgenommene Kreatin wird vollständig im Harn entfernt; aber auch bei kreatinfreier Nahrung und selbst beim Hunger tritt Kreatin mit dem Harn aus, was doch, wenn das Kreatin dem Körper als Kraftmaterial diente, eine Verschwendung wäre; Eiweiss, Zucker, Fett etc. finden wir dagegen im Harn normal nicht auf, und wir betrachten ihr Vorkommen darin stets als Zeichen das Leben gefährdender Störungen. Im Harn finden sich noch viele unbekannte Extraktivstoffe und es ist nicht unwahrscheinlich, dass er noch manche der unbekannten Muskelextraktivstoffe einschliesst.

III.

Auf die dargelegten Hypothesen über die Bedeutung der Extraktivstoffe für die Zusammensetzung des Muskels, für die Vorgänge in ihm und als Arbeitsmaterial baut Liebig noch eine neue ebenso unerwiesene auf, um dann daraus einen wichtigen Unterschied der Fleisch- und Pflanzenkost zu folgern und endlich die Wirkung des Fleischextraktes zu interpretiren.

1.

Ich gehe zuerst auf die Unterschiede, welche in der animalischen und vegetabilischen Nahrung bestehen sollen, ein.

a. Liebig betont unter Anderem die Differenzen der Vorgänge im Darme bei der Verdauung. Je längere Zeit es erfordert, bis die Nahrungsstoffe in lösliche Modifikationen übergeführt sind, desto mehr Arbeit wird dem Darm aufgebürdet und es wird bei gleichem Stoffverbrauch weniger Kraft für äussere Arbeit zur Verfügung stehen. Da nun die Nährstoffe im Gras und Heu schwer zugänglich sind, so wird nach ihm zu ihrer Resorption mehr innere Arbeit durch den Darm geleistet werden müssen, als für die leichter verdaulichen Samen der Getreidearten und Leguminosen oder gar für das rasch übertretende Muskelfleisch der Thiere; die Pflanzenfresser verbrauchen daher im Allgemeinen mehr Kraft zur Bewältigung ihrer Nahrung. Ich schliesse mich gerne diesen Anschauungen an; ich habe es selbst versucht, die mannigfachen Unterschiede, welche sich bei der Verdauung thierischer und pflanzlicher Theile finden, experimentell festzustellen. Ein Pflanzenfresser verdaut

nahezu Tag und Nacht, der resorbirende Theil des Darmes des Fleischfressers ist in 10 Stunden nach einer Mahlzeit, die ihm für 24 Stunden zureicht, leer. Es hat sich bei meinen hieher gehörigen Versuchen vor Allem um die Ursachen der leichteren und schwereren Aufnahme der animalischen und vegetabilischen Nahrung gehandelt, ich habe aber die verschiedene Arbeit, welche dadurch dem Darme aufgebürdet wird, nicht übersehen, und mich ebenso bestimmt wie Liebig über die Wichtigkeit der gehörigen Zubereitung der Speisen durch die Kochkunst, über die Bedeutung der Zerkleinerung und der Herrichtung derselben in leicht zugängliche Form und Zusammensetzung für Verkürzung der Zeit der Verdauungsarbeit und zur Erübrigung eines grösseren Restes Kraft für andere Thätigkeiten ausgesprochen; S. 34 und 35 meiner akademischen Festrede [1]) heisst es: „ein pflanzenfressendes Thier muss für uns die geringe Eiweissmenge der Pflanze auslaugen und zu dem concentrirteren Fleische sammeln und es muss uns das Fett bereiten, indem es dabei Eiweiss und die Kohlehydrate der Pflanze verbrennt; trotz des Umweges und des grossen Verlustes an Substanz finden wir es doch vortheilhafter diese Arbeit unserem Körper zu ersparen, damit ihm seine Kräfte für etwas Anderes, Wichtigeres verbleiben. Auch auf die Zubereitung der Speisen, die Entfernung des Unverdaulichen, die gehörige Zurichtung, um sie in leichter angreifbaren Zustand zu bringen und unseren Organen so wenig als möglich Arbeit zu übertragen, die Zufügung von Stoffen, welche die Verdauungssäfte zur Absonderung bringen, muss sorgsam Rücksicht genommen werden.“ Ich habe ferner in derselben Weise wie Liebig den Einfluss der verschiedenen arbeitenden Apparate des Körpers auf einander aufgefasst; wenn er angiebt, dass, wenn die Verdauungsorgane des Menschen in Conflikt mit seinen Speisen kommen, die geistige und körperliche Arbeit darunter leidet, oder dass die Kraft, welche die Darmmuskeln verbrauchen, vorzugsweise den Muskeln der willkührlichen Bewegung abgehen muss, und wenn er zur Erläuterung an die Vorgänge in einer industriellen Werkstätte erinnert, in welcher

---

1) Ueber die Theorien der Ernährung der thierischen Organismen, 1868.

durch einen einzigen Dampfkessel, d. h. durch die vorhandene verfügbare Kraft, mehrere Maschinen, z. B. ein Walzwerk und ein Hammer im Gange erhalten werden, wo dann bei voller Thätigkeit des Walzwerks der Hammer nur geringe Dienste leistet und umgekehrt, so halte ich dem das gegenüber, was ich S. 35 meiner Rede gesagt habe und wo ich einen Schritt weiter gegangen bin, indem ich in der ungleichen Vertheilung des Blutes den Grund angebe, warum die einzelnen Organe nicht zu gleicher Zeit thätig sein können; es steht dort geschrieben: „je nach der Intensität der Säfteströmung richtet sich die Zersetzung in jedem Organe. Indem durch eine Drüse, einen Muskel bei der Thätigkeit mehr Blut läuft als bei der Ruhe, vertheilt sich das Blut und die Zersetzung zu verschiedenen Zeiten im Körper höchst ungleich. Wenn wir in voller Verdauung begriffen sind, finden wir die Gefässe des Darms und seiner Drüsen strotzend mit Blut gefüllt, ein ansehnlicher Bruchtheil des Gesammtblutes wird dahin abgeleitet, um die mannigfaltigsten Geschäfte zu übernehmen; wir sind dann nicht im Stande, andere körperliche oder geistige Arbeiten zu leisten, wenn wir nicht die Verdauung unterbrechen wollen; das alte Sprichwort: post coenam stabis, seu passus mille meabis enthält eine der weisesten Lehren. Bei anstrengender Thätigkeit der Muskeln kann die unseres Gehirns nicht so lebhaft sein.“ Früher hat Liebig von diesen Verhältnissen, die ich eingehend entwickelt habe, nicht viel gesprochen und es kann wenigstens mich der Verwurf nicht treffen, den er vielen Physiologen macht, bei welchen der ungleiche Kraftverbrauch in Individuen verschiedener Thierklassen oder die Erzeugung von Kraft zur Verrichtung von inneren und äusseren Arbeiten weiter nicht in Betracht komme.

b. Ein anderer Unterschied der thierischen und pflanzlichen Nahrung ist die meistentheils absolut und relativ, gegenüber den stickstofffreien Stoffen, kleinere Menge von Eiweiss in letzterer nach der Aufnahme in das Blut. Die Zersetzung des Eiweisses steigert sich nach meinen Untersuchungen mit der Quantität des vom Darm aus ins Blut gelangenden Eiweisses und sie ist um so grösser, je weniger stickstofffreie Stoffe dem Eiweiss beigemischt sind oder je ärmer der Körper an Fett ist. Diese grössere Zersetzung ermög-

licht dann eine grössere Kraftleistung, und sie bringt vor Allem, neben dem geringeren Ausfall für die innere Arbeit, die grösseren Effekte nach Aussen hervor. Gelangen nämlich gleiche Mengen Eiweiss aus schwerer auslaugbaren Pflanzentheilen und aus leichter resorbirbaren in die Säfte, so ist in letzterem Falle der Antheil, welcher für äussere Arbeit übrig bleibt, grösser; wenn aber durch eine eiweissreichere Nahrung mehr Eiweiss aufgenommen und zersetzt wird, so wird mehr Kraft dadurch erzeugt und es wächst die Leistung nach Aussen. Durch die grössere Eiweisszersetzung übt das Kraftfutter, d. i. der Zusatz eiweissreicher Stoffe zum gewöhnlichen Futter der Pflanzenfresser, grösstentheils seinen mächtigen Einfluss aus, z. B. der Zusatz von Hafer zum Heu auf die Energie des Pferdes; oder es wird durch sie vor Allem der gewaltige Unterschied der Brod- oder Kartoffelkost und der Fleischkost beim Menschen bedingt. Liebig betont die meistentheils grössere Eiweisszersetzung bei der animalischen Nahrung im Gegensatze zur pflanzlichen, hervorgerufen durch die absolut und relativ grössere Eiweissaufnahme, nicht sehr; für mich bestimmt die Grösse des Zerfalls des Eiweisses vor Allem die nach Aussen mögliche Kraftleistung eines Organismus, nicht allein durch die direkte Erzeugung von lebendiger Kraft, sondern auch durch die unter dem Einfluss des Eiweisses stehende Sauerstoffzufuhr, die für das Zustandekommen der Muskelarbeit absolut nöthig ist.

c. Den hauptsächlichsten Unterschied der animalischen und vegetabilischen Nahrung erblickt dagegen Liebig in den Extrakten. Die verbrennlichen löslichen Bestandtheile des Muskels weichen am stärksten in ihrer Zusammensetzung von den Albuminaten ab, daher nach ihm die Ueberführung der Pflanzenalbuminate in Fleischalbuminate den kleinsten, die Erzeugung der löslichen Bestandtheile des Muskels den grössten Aufwand an innerer Arbeit erheische. Durch die Aufnahme aller Bestandtheile des Muskelsaftes in dem Fleisch wird die für die Ueberführung des reinen Eiweisses in die löslichen Stoffe des Muskels nöthige innere Arbeit erspart und man braucht desshalb in diesem Falle eine geringere Zufuhr von Eiweiss in der Nahrung. Die Extraktivstoffe des Fleisches treten also nach ihm als wahre Nährstoffe für ihre identischen, sonst

aus Albuminaten hervorgehenden Produkte ein; die meisten im Thierleib aus dem Eiweiss entstandenen Produkte vermögen sich, als Nahrung genossen, in dem Processe der Ernährung und Krafterzeugung und in besonderen Vorgängen jedes in eigener Weise zu vertreten. Die Bestandtheile des Muskelsaftes müssen, so sind Liebig's Worte, als hochpotenzirte wahre Nahrungsmittel angesehen werden, nicht in der Bedeutung, welche das Eiweiss als Nährstoff besitzt, sondern in einer viel höheren; es ist unmöglich, mit diesen Stoffen das Eiweiss in seinen Funktionen zu vertreten, aber es kommt ihnen eine Wirksamkeit zu, ohne von Eiweiss begleitet zu sein: es sind Arbeit ersparende und in gewisser Richtung Kraft erhöhende Nährstoffe. Die beschränkten Begriffe von Nahrungsmitteln, die auf der Beobachtung der Vorgänge in dem Körper der Pflanzen- und Fleischfresser beruhen, müssen für den Menschen erweitert werden.

2.

Mit dieser Reihe von Sätzen hat Liebig sich seinem Ziele genähert. Betrachten wir den Gedankengang etwas genauer, so müssen wir dabei nicht nur das, was wir früher schon besprochen haben, ohne irgend einen Beweis annehmen, nämlich dass die Extrakte Bestandtheile des lebenden, mit der Blutcirculation im Zusammenhange stehenden Muskels sind, dass sie zur Zusammensetzung desselben nothwendig gehören, dass sie Bedingungen für die Thätigkeit desselben sind und endlich sogar das Kraftmaterial abgeben, sondern jetzt noch weiter, dass die mit der Nahrung aufgenommenen Muskelextrakte sich im Muskel ablagern und als Nahrungstoffe eintreten können und dass dann dieselben, weil sie nicht mehr aus Eiweiss erzeugt zu werden brauchen, Arbeit oder Eiweiss ersparen. Auch diese Voraussetzungen lassen sich durch Versuche widerlegen

a. Gehen wirklich die verzehrten Muskelextraktivstoffe als wahre Nährstoffe für ihre identischen Stoffe in den Muskel über? Liebig sagt, die einfachsten Beobachtungen dürften sehr bald über diese Wirkung jeden Zweifel beseitigen; diese Beobachtungen sind bereits gemacht. Wenn wir bei Stickstoffgleichgewicht, gleichviel ob wir reichlich oder schlecht genährt sind, Muskelextrakte verzehren, so erscheint um so viel mehr Stickstoff im Harn als im

resorbirten Extrakt enthalten war, es sind also offenbar die stickstoffhaltigen Stoffe des Extraktes nicht abgelagert worden. Giebt man Thieren Kreatin oder Kreatinin zu ihrem Futter oder kreatinhaltiges Fleisch als Nahrung, so treten diese Stoffe vollständig oder nahezu vollständig in den Harn über, obwohl vom Körper immer noch dazu Kreatin oder Kreatinin abgegeben werden. Man ist nicht im Stande, nach dauernder reichlichster Ernährung mit Fleisch (mit 3 Grm. Kreatin im Tag) mehr Extrakt oder Kreatin im Muskel eines Thieres zu finden als nach 38tägigem Hunger. Eine Verwendung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Extraktes findet also nicht statt, man müsste analog eine Ernährung der Lunge durch das Lungenextrakt, des Gehirns durch das Hirnextrakt postuliren. Man könnte nur noch annehmen, die Extrakte hätten gewisse Wirkungen im Körper ausgeübt oder sie hätten durch ihre weitere Zersetzung zu einer grösseren Krafterzeugung beigetragen, was wir im nächsten Abschnitte noch discutiren werden.

b. Es lässt sich ferner darthun, dass die mit der Nahrung zugeführten Muskelextrakte nicht Eiweiss oder innere Arbeit ersparen, dadurch dass ohne sie Eiweiss zu ihrer Bildung dient. Gesetzt auch, es werde innere Arbeit zur Herstellung der Muskelextrakte verbraucht, während wir gewöhnlich glauben, es werde dabei Kraft entfesselt, so müsste, wenn diese Kraft nicht von der gewöhnlichen Eiweisszersetzung genommen würde wie die für die Arbeit des Darms, wo eben dann weniger für äussere Arbeit verfügbar bleibt, bei Zusatz von Extrakt zu einer extraktfreien Nahrung weniger Eiweiss zersetzt werden. Dies ist aber durchaus nicht der Fall; nicht nur beim Hunde, bei dem diese Wirkung gerade so gut hervortreten müsste, sondern auch beim Menschen wird dabei nicht weniger, sondern eher etwas mehr Eiweiss zersetzt. Man sollte denken, beim Hunger würde die Wirkung am meisten hervortreten, es würde gerade da das Eiweiss, aus dessen Zerfall das beim Hunger im Harn ausgeschiedene Kreatin oder Kreatinin hervorgeht, durch Extrakt erspart, und doch sieht man nichts dergleichen, ein Mensch zersetzt in diesem Falle nicht weniger Eiweiss und ein nur mit Fleischextrakt gefütterter Hund geht des grösseren Eiweissverbrauchs halber nach Kemmerich früher zu Grunde als ein gänzlich hungernder.

Die Unmöglichkeit einer Eiweissersparung durch das Extrakt in Folge von Arbeitsersparung ist in Uebereinstimmung mit allen meinen Erfahrungen über die Ursachen der Eiweisszersetzung; letztere ist abhängig von der Mächtigkeit des Stromes des cirkulirenden Eiweisses. Die Arbeit greift nicht direkt in diese Processe ein, und auch dann, wenn eine Arbeit erforderlich wäre und das zersetzte Eiweiss nicht weiter zureicht, wird nicht mehr Eiweiss verbraucht, sondern eben die Arbeit nicht ausgeführt; ebensowenig ändert eine schon gethane Arbeit den Fortgang der Eiweisszersetzung. Wenn also auch das Extrakt für den Bestand des Muskels absolut nöthig wäre und seine Zufuhr Ersatz für ausgeschiedenes oder verbrauchtes schaffen könnte, so würde dies nur den Reichthum an Extrakt im Muskel vermehren, jedoch niemals die gewöhnliche Zersetzung des Eiweisses hindern.[1]) Da nun fortwährend Eiweiss in den Organen zerfällt, so werden dadurch stets genug Zersetzungsprodukte gebildet, um sie auf ihrem Extraktgehalt zu erhalten, selbst noch nach 38tägigem Hunger, es wird sogar immer ein Ueberschuss davon im Harn entfernt; auch beim Ansatz von Muskelsubstanz aus Fleisch wird daneben soviel Eiweiss verbraucht, dass dies längst die Extraktmenge des Angesetzten deckt und die Extrakte des verzehrten Fleisches nicht zu Hülfe gezogen zu werden brauchen. Da aber der Muskel nach allen Erfahrungen nur eine gewisse Extraktmenge fasst, so wird das zugeführte Extrakt nicht in den Muskeln abgelagert. sondern ausgeschieden oder noch weiter zersetzt.[2])

---

1) Liebig sucht in ähnlicher Weise die von Bischoff und mir gefundene Eiweiss ersparende Wirkung des Leims zu deuten, er soll die Stelle von gewissen dem Organismus nöthigen, von ihm nicht näher bezeichneten Produkten vertreten, welche leichter aus dem Leim erzeugbar sind als aus Eiweiss, wodurch dem Thiere Arbeit und Eiweiss erspart wird. Liebig bedenkt nicht, dass der Stickstoff des Leims stets völlig in 24 Stunden im Harn als Stickstoff wieder erscheint, der Leim kann also nicht für andere Stoffe eintreten. Auch hier würde nicht weniger Eiweiss zersetzt werden, weil Arbeit erspart wird, der Leim wirkt vielmehr, weil er in den Strom der Ernährungsflüssigkeit eingeht und wegen seiner leichteren Zersetzbarkeit etwas Eiweiss schützt. Der Leim wirkt ganz anders als das Extrakt; er erspart nach den hierüber angestellten Versuchen immer Eiweiss, das Extrakt dagegen nicht.

2) Nach meinen und Meissner's übereinstimmenden Untersuchungen denke ich mir über die Entstehung und das Schicksal des Kreatins, das im Allgemeinen

c. Es ist nach diesen Auseinandersetzungen nicht richtig, dass die ins Blut resorbirten Pflanzenalbuminate zur Ueberführung in Fleisch mehr Albuminate voraussetzen, als das Thieralbumin in der Form von Fleisch, und darum die Pflanzenfresser einer grösseren Masse von Albuminaten zur Erhaltung und Vermehrung ihres Körpergewichtes bedürfen. Liebig betrachtet als ein ziemlich sicheres Anzeichen, wieviel mehr Arbeit und Material der Pflanzenfresser für die Fleischerzeugung verbraucht, eine von Bischoff und mir am Hunde beobachtete Erscheinung, die in gleichem Grade beim Pflanzenfresser nicht vorkomme. Ein durch Brodfütterung herabgekommener Hund von 34 Kilo soll bei Fütterung mit 1800 Fleisch am ersten Tage um 600 Grm. an Gewicht zugenommen und ein ganzes Drittel des genossenen Fleisches angesetzt haben; bei der Mästung des Rindviehes gebe man dagegen für 1 Pfund Gewichtszunahme die 4—6fache Menge von Albuminaten im Futter. Wahrscheinlich meint Liebig damit die Reihe vom 9.—16. Nov. 1858, wo bei Darreichung von 1800 Fleisch allerdings ein Ansatz von 582 Fleisch am ersten Tage stattfand, das Körpergewicht jedoch nicht um 600 Grm. zunahm, sondern um 310 Grm. abnahm; es gehört bekanntlich zu den von Bischoff und mir gefundenen Thatsachen, dass der Körper bei ungenügender Ernährung wässriger wird und dann beim Uebergang zu besserer Kost dies Wasser unter Abnahme des Körpergewichts trotz des Ansatzes von Fleisch im Harn wieder abgiebt. Der starke Fleischansatz ist nicht auffallend, wie Liebig meint, sondern für den, der die Vorgänge im Thier-

als Repräsentant der Muskelextraktivstoffe betrachtet werden kann, Folgendes. Bei der beständig vor sich gehenden Eiweisszersetzung in den Organen während des Durchgangs der Ernährungsflüssigkeit entstehen für jedes Organ charakteristische Zersetzungsprodukte, im Muskel unter anderen Kreatin. Je nach den Kreislaufsverhältnissen können kleinere oder grössere Mengen dieser Produkte in den Organen sich ansammeln. Der Gehalt an Kreatin im Muskel bleibt für gewöhnlich gleich und das neu zukommende oder ein entsprechender Antheil des alten wird im Harn entfernt; auch bei kreatinfreier Nahrung, z. B. bei Pflanzenfressern und beim Hunger wird Kreatin gebildet und zwar im Allgemeinen proportional der Grösse des Eiweissumsatzes im Körper, nur bei Verlust von Muskelsubstanz bei Hunger tritt selbstverständlich mehr, bei Ansatz weniger im Harn auf. Bei Zufuhr von Kreatin, als solches oder in Muskelfleisch, geht die gesammte Menge in den Harn über.

leib kennt, leicht erklärlich; das Thier hatte nämlich in der vorausgehenden langen Brodreihe 3717 Fleisch vom Körper verloren und lagerte daher bei dem plötzlichen Sprung auf 1800 reines Fleisch in der Nahrung am ersten Tage viel Fleisch ab; ein Vergleich mit dem Pflanzenfresser ist hier gar nicht zulässig, da dieser bei der Mast nicht von einem Tag zum andern die 7fache Menge Eiweiss resorbirt und nicht nur eiweissartige Substanz, sondern stets stickstofffreie Stoffe in Ueberschuss bekömmt, wobei er aber wochenlang ansetzt, während der Hund am 3. Tage trotz der grossen Fleischmenge ins Stickstoffgleichgewicht gelangt war; wenn ein Fleischfresser eine ähnliche Mischung stickstoffhaltiger und stickstofffreier Stoffe erhält, wie ein Pflanzenfresser, so ist der Ansatz auch ähnlich; ein Hund setzte z. B. bei 500 Fleisch und 250 Fett (5. Dez. 1857 bis 6. Januar 1858) in 32 Tagen 1794 Fleisch an, d. h. im Tag 56 Grm. und für diesen Ansatz waren 16000 Fleisch in der Nahrung nöthig, also die 9fache Menge. Man sieht, wie wenig umsichtig Liebig diese Ernährungsversuche behandelt hat.

IV.

Aus den Ideen Liebig's über die Bedeutung der Extraktivstoffe des Muskels ergeben sich die Folgerungen für den Werth des im Handel vorkommenden Fleischextraktes von selbst und er konnte daher beinahe ganz darüber hinweggehen, obwohl die Erlangung einer richtigen, auf wissenschaftlicher Basis begründeten Anschauung über den Werth des Fleischextraktes eine Hauptveranlassung für ihn war, sich über die Quelle der Muskelkraft auszusprechen.

Er hält es für völlig unverständlich, warum der Werth der Extraktivstoffe des Fleisches für die Diätetik nicht längst als festgestellt betrachtet wird, während die Bekanntschaft mit der Wirkung dieser Stoffe in der Form von Fleischbrühe seit Hippocrates bemessen werden müsse und er bricht in die Klage aus, dass jetzt, wo seine Wünsche über die Nutzbarmachung des Fleischüberflusses Südamerika's in der Form von Fleischextrakt für die europäische Bevölkerung sich verwirklicht hätten, die Wirkung der Fleischbrühe bestritten werde, wie wenn es ein neues, nie dagewesenes Ding wäre. Die Wirkung der Fleischbrühe wird jedoch von Niemand geleugnet,

man ist nur im Streit darüber, welcher Art diese Wirkung ist, und hierüber hat Liebig selbst im Laufe von 23 Jahren sehr verschiedene Ansichten aufgestellt.

Nachdem Chevreul in der Fleischbrühe und den leimhaltigen Suppentafeln der holländischen Compagnie das Kreatin gefunden hatte, bemühten sich Proust und Parmentier ächtes Fleischextrakt ohne Leim herzustellen und sie gaben dazu ein Verfahren an, das von dem jetzigen in Nichts abweicht, indem sie die Entstehung des Leims durch Ausziehen mit mässig erwärmtem Wasser vermieden; zugleich priesen sie mit den beredtesten und wahrsten Worten die Wirksamkeit desselben mit etwas Wein als Stärkungsmittel für die verwundeten Soldaten. Liebig wurde auf das von Proust hergestellte Fleischextrakt bei Gelegenheit seiner chemischen Untersuchung über das Fleisch (1847), welche uns die wichtigsten Bestandtheile des Fleisches kennen lehrte, aufmerksam, und empfahl dabei den Vorschlag Parmentier's und Proust's den Regierungen zugleich für die Verproviantirung von Schiffen und Festungen. Er erwarb sich auch in der Folge die grössten Verdienste um die weitere Bekanntmachung des Proust'schen Extraktes und namentlich um Verwerthung der Heerden überseeischer Länder zur Herstellung desselben.

Ausserdem bemühte sich Liebig, die Ursache der Wirkung des Fleischextraktes zu erfassen.

1.

Bei seiner ersten Arbeit über das Fleisch folgert er S. 108 und 109 aus der constanten Beschaffenheit der Fleischflüssigkeit aller Thiere, dass die Menge und Natur der Bestandtheile derselben zu den Funktionen der Muskeln nothwendig sind und dass in der Beurtheilung der Ernährungsfähigkeit einer Speise die Zusammensetzung des Blutes nicht zum Anhaltspunkt gewählt werden dürfe, weil noch einige Faktoren mit in Rechnung genommen werden müssten, die im Blute fehlen oder nur in geringer Menge darin vorhanden sind. Da ausserdem im Magensafte von Lehmann Milchsäure und von Anderen Phosphorsäure gefunden wurde, und nach Tiedemann und Gmelin das Alcoholextrakt des Magensaftes in seinen Reaktionen

mit dem Alcoholextrakte der Fleischbrühe identisch sein soll, so scheint Liebig die Aehnlichkeit des Magensaftes mit den Bestandtheilen der Muskelflüssigkeit in die Augen springend, und er erklärt sich dadurch den Antheil einer guten Fleischbrühe an der Genesung abgemagerter Kranken, deren Blut oder Muskelsubstanz nicht in zureichender Menge die für die Verdauung nöthigen Stoffe für eine rasche Wiederherstellung der verlorenen Körpertheile liefern kann. In dem ersten Satze scheint die Möglichkeit eines Ersatzes der nothwendigen Muskelextraktivstoffe durch Zufuhr der entsprechenden Stoffe in der Nahrung angedeutet zu sein; dem zweiten Satze nach wirkt das Fleischextrakt, indem es Magensaft bildet, was später nach genauerer Bekanntschaft mit den Bestandtheilen des Magensaftes von ihm nicht mehr wiederholt wird.

In den chemischen Briefen (z. B. 3. Aufl. 1851. S. 509 etc. etc.) ist die Bedeutung der Bestandtheile der Fleischbrühe als Nahrungsstoffe für die entsprechenden Bestandtheile des Muskels entschieden dargelegt. Liebig weist hier zur Erklärung der Wirkung dieser für den Lebensprocess wichtigen Stoffe im Muskel auf die Aehnlichkeit des Kreatins und Kreatinins mit den stickstoffhaltigen organischen Basen des Pflanzenreichs, welche alle ohne Ausnahme eine Wirkung auf das Nervensystem haben und zu welchen das Thein, das Caffein und die furchtbarsten Gifte und wirksamsten Arzneien gehören, hin, und es scheint ihm namentlich mit dem Uebergang des Kreatins in Kreatinin eine Wirkung verbunden zu sein; wir wissen aber jetzt, wie ich vorher mitgetheilt habe, dass das Kreatinin im lebenden Muskel wahrscheinlich gar nicht vorkommt, sondern sich wohl erst in der Niere bildet und dass weder Kreatin noch Kreatinin eine Wirkung wie die organischen Alcaloide besitzen. Da der Fleischsaft (mit Eiweiss) die Nahrung des Muskels und die nächste Bedingung der Krafterzeugung ist, so sucht Liebig auch in der Fleischbrühe (ohne Eiweiss) ein Mittel zur Hebung der erschöpften Kräfte. Nur die Extrakte des Fleisches fehlen der vegetabilischen Nahrung; letztere muss daher zum Uebergang in Fleisch zeitraubende Veränderungen erleiden, die noch dazu mit einem Aufwand von organischer Kraft verbunden sind, während im Fleisch alle Produkte bereits fertig vorliegen, wodurch es den hohen Werth

als Nahrungsmittel empfängt. Dies Alles ist in der That in vollkommener Uebereinstimmung mit Liebig's neuerdings ausgesprochenen Anschauungen.

Sehr verschieden davon sind nun die Ansichten, welche Liebig in einigen Zeitungen[1]) (1868) und in seinem Aufsatze in Auerbachs Volkskalender (1869) entwickelt hat.

S. 148 von Auerbachs Volkskalender heisst es: „Ueber die Wirkung der Genussmittel: des Caffee's, Thee's, der Fleischbrühe, des Tabaks, Betels etc. auf den Lebensprocess und den Gesundheitszustand hat man bis jetzt nur Vermuthungen; was wir mit Bestimmtheit wissen, ist, dass sie keine Nährstoffe sind oder solche nicht in einer Menge enthalten, dass man sie bei der Ernährung in Rechnung ziehen kann.“ Ferner S. 149: „eine Tasse Fleischbrühe hat häufig eine kräftigende Wirkung, nicht darum, weil ihre Bestandtheile Kraft erzeugen, wo keine ist, sondern weil sie auf unsere Nerven so wirken, dass wir der vorhandenen Kraft bewusst werden und empfinden, dass diese Kraft verfügbar ist. Bei wirklicher Schwäche wirkt die Fleischbrühe nicht kräftigend.“ Und endlich S. 152: „wenn beim Auslaugen oder Kochen des Fleisches das Wasser nur diese (organischen) Extraktivstoffe auszöge, so würde der Nährwerth des Fleisches nicht geringer als vorher sein; es kommt der Fleischnahrung neben dem Nährwerth noch eine andere, ganz eigene Wirkung auf das Nervensystem zu, die man ziemlich unbestimmt mit Spannung — Tonus — Energie bezeichnet, und darüber, dass diese Wirkung den (organischen) Extraktivstoffen angehört, besteht kein Zweifel; die Extraktivstoffe des Fleisches bedingen sonach den Fleischwerth des Fleisches, womit ich hier den Werth, welcher der Fleischdiät eigen ist, oder die Wirkungen, die sie von der vegetabilischen Nahrung sehr wesentlich unterscheiden, bezeichnen will.“ Es wird also hier auf's Entschiedenste dem Extrakt jeder Nährwerth abgesprochen; die organischen Stoffe desselben wirken als Genussmittel auf die Nerven und bringen dadurch die dem Fleische eigenthüm-

---

1) Cölnische Zeitung 1868. Nr. 154; Beilage zum „Staatsanzeiger für Württemberg“ 1868. Nr. 127.

liche Wirkung hervor, wenn auch die Salze des Extraktes, die auch in den Vegetabilien sich finden, in gewissen Fällen als Nährsalze dienen können.

In den genannten Zeitungsartikeln sind wieder etwas andere Angaben enthalten. Die Fleischbrühe ist darnach ein Genussmittel und ein Nahrungsmittel. Als Genussmittel wirkt sie wie Thee oder Kaffee, welche für fleischarme Länder Surrogate der Fleischbrühe sind; wie sie als Nahrungsmittel wirkt, bleibt etwas unklar. Man liest daselbst: die Fleischalbuminate für sich ernähren nicht, auch das Extrakt für sich nicht; die Fleischbrühe enthält also gewisse Stoffe, welche die Fleischalbuminate erst ernährungsfähig machen und die letzteren müssen dabei sein, wenn die Bestandtheile der Fleischbrühe zur Ernährung dienen sollen. Es ist aber nicht ausgesprochen, welchen Stoffen der Brühe, den organischen oder den anorganischen, die Rolle als Nahrungsmittel zukommen soll. Es heisst ferner: das Fleisch unterscheidet sich von allen vegetabilischen Nahrungsmitteln durch seinen Gehalt an (organischen) Extraktivstoffen und diesen muss die der Fleischnahrung eigene Wirkung auf das Nervensystem, die man ziemlich unbestimmt mit Spannung — Tonus — Energie bezeichnet, zugeschrieben werden, daher man durch Zusatz von Fleischextrakt zu vegetabilischer Nahrung Speisen darstellen kann, die wie Fleischspeisen wirken. Ich nehme daher an, dass hier nur den unorganischen Stoffen des Extrakts der Nährwerth zugeschrieben wird, da die Fleischalbuminate durch Zusatz der Salze diesen wieder empfangen; somit wäre diese Mittheilung so ziemlich in Uebereinstimmung mit der in Auerbachs Volkskalender vom selben Jahre, und die eigenthümliche Wirkung des Fleisches käme den Extrakten als Genussmittel zu.

2.

Bei meinen Untersuchungen über die Ernährung hatte ich einige Erfahrungen gemacht, welche mehrere von Liebig ausgesprochene Vermuthungen über die Wirkung des Fleischextraktes nicht bestätigten; es handelte sich jedoch anfänglich nur um nebensächliche Dinge.

a. Liebig hatte (Volkskalender S. 153) gesagt, Suppen, Brod, Gemüse, Mehlspeisen, Schinken, Käse etc. etc. fehle etwas an ihrem Nährwerth in Folge des Mangels an Nährsalzen; das Brod z. B. werde darum nicht vollständig verdaut, es gebe den meisten Koth, und so liessen denn alle genannten Speisen ein Residuum; er hatte schon früher (S. 141) in diesem Sinne ausgesprochen, das Ei verdaue ein Hund nicht wegen der unrichtigen Zusammensetzung der Salze in ihm und dem ausgelaugten Fleische fehlten die Bedingungen zu seiner Verdaulichkeit, ein geringer Zusatz von Erbsen zu dem stärkereichen Futter der Schafe bringe zum Theil durch den Reichthum an Nährsalzen eine grössere Verwerthung des Stärkmehls hervor, oder der Mangel an gewissen Nährsalzen erkläre vielleicht die geringe Aufnahme der Albuminate aus Stroh und Heu. Durch Zusatz der fehlenden Salze z. B. in der Form von Fleischbrühe könnte man dem Uebelstand abhelfen. Es wäre in der That von der grössten Tragweite gewesen, wenn der Mangel an Nährsalzen in den Speisen momentan eine Substanz unverdaulich gemacht hätte und man durch Zufügung der ersteren die Aufnahme der letzteren bewerkstelligen könnte; der Werth des Fleischextraktes wäre dadurch ausserordentlich gesteigert worden, namentlich für die Verdauung und Resorption der so viel Koth liefernden vegetabilischen Nahrungsmittel, z. B. des Brodes. Liebig forderte daher im Herbst 1867 Herrn Dr. E. Bischoff auf, in meinem Laboratorium Versuche über den Einfluss des Fleischextraktes auf die Verdauung des Brodes am Hunde zu machen. Die Versuche ergaben das von mir vorausgesagte Resultat, dass dadurch die Aufnahme von Brod im Darm nicht gesteigert und der Verbrauch von Eiweiss im Körper nicht geändert wird. Dr. Fr. Hofmann hat das Gleiche für den mit Vegetabilien ernährten Menschen bestätiget. In der neueren Publikation Liebig's ist von einer Verstärkung der Ausnützung im Darm durch das Fleischextrakt nicht mehr die Rede.[1])

---

1) Liebig sagt jetzt, es hätten diese Versuche, wie sich durch richtigere Beurtheilung bereits bekannter Thatsachen hätte voraussehen lassen, keinen Erfolg gehabt, weil sie an der Natur des Carnivoren gescheitert seien; das Thier hätte die für seinen Bedarf erforderliche Menge der vegetabilischen Nahrung

b. Ein anderer Punkt betraf die Ueberführung der vegetabilischen Nahrung in Fleischnahrung durch das Extrakt. Liebig meint, da die Vegetabilien die gleichen Stoffe enthalten wie das

---

nicht fressen und das gefressene Stärkmehl nicht vollständig genug verdauen können. Diese Einwände sind unbegründet. Wenn das Brod in Folge des Mangels an Nährsalzen nicht vollständig verdaut wird und darum den meisten Koth gibt, so muss sich dies beim Carnivoren, der sich unter Umständen von Brod allein nährt, ebenso zeigen wie bei dem Menschen. Der Hund hat von der 3. Reihe an so viel Brod gefressen, dass er bei besserer Auslaugung im Darm nicht nur seinen Bedarf hätte vollständig decken, sondern sogar an Masse zunehmen können; von der 5. Reihe an gab er täglich nur 11—19 Fleisch- = 3—5 trockene Substanz von seinem Körper her. Reicht man einem Hunde, der bei einer gewissen Brodzufuhr noch Eiweiss vom Körper verliert, das Eiweiss dieser Brodmenge in der Form von Fleisch und das Stärkmehl derselben als solches, so setzt er sogar Eiweiss an, es war also die Resorption des Eiweisses des Brodes im Darm eine unvollkommene. Aber ganz abgesehen davon, so wäre es doch sehr sonderbar, wenn das Extrakt die Ausnützung im Darm nur dann befördern sollte, wenn der Körper sich mit der ihm zugeführten Kost erhält; und nur um den Einfluss des Extrakts auf die Resorption des Brodes im Darm des Hundes handelte es sich bei Dr. Bischoff's Versuchen und nicht um Beurtheilung des Nährwerths der vegetabilischen Nahrungsmittel oder um die Bedeutung des Extraktes für die Verbesserung der Pflanzennahrung überhaupt. Liebig sprach ausserdem nicht nur von einer Verbesserung der Verdauung der Vegetabilien, sondern auch der Eier und der Fleischalbuminate; reine Fleischalbuminate ohne Nährsalze werden aber nach Dr. J. Forsters Untersuchungen in derselben Menge aufgenommen wie in der Form von Fleisch; hiefür wird wohl der Hund das geeignete Versuchsobjekt sein. Dass aber das am Hunde Gefundene auch auf den Menschen Anwendung hat, das beweisen die Versuche von Herrn Dr. Fr. Hofmann bei mit Vegetabilien ernährten Menschen.

Liebig rechnet noch aus, dass der Hund bei Brodkost Mangel an Respirationsmaterial gelitten, was er vom Körper zugeschossen hätte. Er nimmt zu dem Zwecke die von Bischoff und mir ausgeführte 40tägige Versuchsreihe, wo der Hund im Mittel im Tag nur 771 Brod frass; nach Berücksichtigung des Stickstoffs des Darmsekrets habe der Hund die Brodalbuminate bis auf 6.5% verdaut. Dies ist annähernd richtig; nimmt man, wie meine neueren Untersuchungen ergeben, für den Tag 10 trockene Substanz mit 6.5% Stickstoff als Darmsekret, so wären 8.5% Eiweiss nicht aufgenommen worden; aber auch die Stärke wird in diesem Falle bis auf 9.4% resorbirt, wenn man von der trockenen Kothmenge das Darmsekret, die Asche und das Brodalbuminat abzieht. Bei anderen Versuchen, bei denen mehr Brod verzehrt wurde, wurde entsprechend mehr im Koth entleert; bei den Versuchen Dr. Bischoff's enthielt der Koth etwa 10% der zugeführten Brodalbuminate, in dem von ihm (S. 473) angegebenen Versuche sogar 18%.

Da nun unser Hund täglich aus dem Brod nur für 257 Fleisch und 125 Fett (24 Stärkmehl = 10 Fett) resorbirte, so schliesst Liebig, dass diese Ration für

Fleisch, bis auf die Extraktivstoffe, so kämen letzteren die eigenthümlichen Wirkungen der Fleischkost zu, und man könnte also durch Zusatz von Fleischextrakt zur Pflanzennahrung Speisen darstellen, die im Körper geradeso wie Fleischspeisen wirken. Im Allgemeinen wird man sich mit diesem Satze wohl einverstanden erklären können; denn wenn man in der Pflanzenkost unter Zusatz von Extrakt dieselben Stoffe in die Säfte bringt, wie durch Fleischkost, so wird man auch dieselbe Wirkung im Körper erhalten, gleichgültig welche Ansicht man über den Werth des Extraktes

---

ihn nicht genügend war, indem er einen Vergleich mit nochmal so schweren Menschen, Holzknechten in Reichenhall, welche im Tag in Brod und Schmalz 540 Fleisch und 626 Fett erhielten, anstellte; der Hund hätte also darnach, auf gleiches Gewicht reducirt, nahezu dieselbe Menge Fleisch, jedoch 2½mal weniger Fett erhalten, also mangelte ihm bei der Brodkost nicht das Eiweiss, sondern das Respirationsmaterial. Dieses Beispiel zeigt recht klar, welche Kluft zwischen dem Standpunkte Liebig's und dem meinigen besteht. Ich will absehen von der Unmöglichkeit, aus dem Bedürfniss eines Menschen das eines Hundes zu bestimmen; ferner davon, dass er beim Hunde das Resorbirte in Rechnung bringt, beim Menschen dagegen das in den Magen Aufgenommene, wovon natürlich bei der grossen Brodmenge ein ansehnlicher Theil im Kothe entfernt wird, wodurch sich dann die Unsumme von 626 Fett neben 540 Fleisch ergiebt, während der von Pettenkofer und mir beobachtete kräftige Arbeiter in vorwiegender Fleischkost im Tag nur 568 Fleisch und 264 Fett erhielt, und ein Brauknecht der Sedlmayr'schen Brauerei 1033 Fleisch und 269 Fett. Aber Jedermann wird zugeben, dass solche Rechnungen, denen noch dazu ganz falsche Voraussetzungen zu Grunde liegen, die Ergebnisse von Versuchen nicht umstossen können. Bei allen meinen Fütterungen mit Brod, bis auf eine, bei der das Thier sehr grosse Quantitäten von Brod frass, fand eine Abgabe von Fleisch vom Körper statt; eine Abgabe von Fett dagegen findet nach Pettenkofer und mir nicht statt (Annal. der Chem. u. Pharm. II. Suppl.-Bd. Heft 1 S. 53); in dem Respirationsversuche Nr. 6 erhielt der Hund 800 Brod und er schied in 410 Harn 21.3 Harnstoff und 6.0 Kohlenstoff, in 68.7 trockenem Koth 2.0 Stickstoff und 32.5 Kohlenstoff, in 580.2 Kohlensäure 158.2 Kohlenstoff aus; daraus ergibt sich also:

		N	C
Ein:	im Brod:	10.24	195.0
Aus:	im Harn:	9.94	6.0
	im Koth:	2.01	32.5
	in Haut u. Lungen:	—	158.2
		11.95	196.7
Differenz:		— 1.71	— 1.7

d. h. es fand bei Brodkost eine Abgabe von 50 Fleisch mit 6.3 Kohlenstoff und keine Abgabe von Fett statt. Dabei bleibt es, bis ein Versuch darthut, dass wir im Unrechte sind.

haben mag. Es frägt sich aber, ob zwischen der Fleisch- und Pflanzenkost kein anderer Unterschied besteht als der in den Extraktivstoffen, und ob den Extrakten also ausschliesslich die eigenthümliche Wirkung der Fleischkost zugemessen werden muss. Solche Differenzen, welche durch Fleischextrakt nicht aufgehoben werden, bestehen nun.

Die Pflanzenkost macht viel mehr Koth als die Fleischkost wegen der ungenügenden Auslaugung der in mehr oder weniger feste Gehäuse eingeschlossenen Pflanzenstoffe und des raschen Durchgangs der Amylaceen durch den Darm. Führt man daher die gleiche Albuminatmenge in der Form von Fleisch oder Vegetabilien ein, so wird im letzteren Falle viel weniger davon resorbirt; nach den Versuchen von Dr. Fr. Hofmann am Menschen wurde trotz gleicher Eiweissmenge der Nahrung aus der animalischen Kost nochmal so viel Eiweiss im Darm aufgenommen als aus der vegetabilischen, bei welcher 47 % des eingeführten Stickstoffs unbenützt im Koth wieder abgingen. Dieser Unterschied wird durch das Fleischextrakt nicht verwischt.

Man könnte daher meinen, die beiden Kostarten hätten natürlich nur dann den gleichen Effekt, wenn aus beiden gleich viel Albuminat resorbirt wird oder genügende Mengen von Albuminat vorhanden sind, aber dann darf man nicht sagen, dass durch Zusatz von 1 Pfd. Fleischextrakt 64 — 70 Pfd. Brod, 30 — 36 Pfd. Hülsenfrüchte, 150 Pfd. Mais, 120 Pfd. Reis, 63 Pfd. Hirse, 300 Pfd. frische Kartoffeln den gleichen Ernährungswerth wie 34 Pfd. Muskelfleisch empfangen, da man nicht weiss, wieviel von diesen mit dem Koth wieder abgeht[1]); ich habe mir übrigens auch

1) Es wäre gewiss nicht unnütz gewesen, jene Voraussetzung, dass Pflanzenkost nur dann durch das Extrakt zu Fleischkost wird, wenn in ihr genügende Mengen verdaulicher Albuminate sich befinden oder sie überhaupt für sich schon nährt, so sehr als möglich hervorzuheben. Die Missverständnisse über den Werth des Extraktes unter Laien und Aerzten sind nur durch solche Voraussetzungen hervorgerufen worden. Soll ein Laie nicht glauben, wenn es heisst: „man kann daher einer Brühe von Erbsen, Bohnen, Kartoffeln, Mehl, Brod, Gerste, Reis, Wurzeln oder Suppengemüsen durch den Zusatz dieses Extraktes den vollen Nahrungswerth des frischen Fleisches geben", er habe genügende Fleischnahrung, wenn er zu einem Teller Reissuppe etwas Extrakt setzt, soll er voraussetzen können, dass er dies erst hat, wenn er viele Liter davon geniesst. Oder ist es für einen Laien nicht Missverständnissen ausgesetzt und meint er nicht, er habe

nicht klar machen können; auf welche Weise obige Zahlen erhalten worden sind, denn 34 Pfd. Fleisch enthalten (bei 3.40%) 578 Stickstoff, 70 Pfd. Brod (bei 1.28%) 448, 36 Pfd. Hülsenfrüchte (bei 3.73%) 671, 150 Pfd. Mais (bei 1.50%) 1125, 120 Pfd. Reis (bei 1.19%) 714, 63 Pfd. Hirse (bei 1.88%) 592 und 300 Pfd. Kartoffeln (bei 0.36%) 540. Sollte Liebig wirklich im Ernste glauben, dass 300 Pfd. Kartoffeln durch 1 Pfd. Extrakt den gleichen Ernährungswerth wie 34 Pfd. Fleisch erhalten?

Dann kommt bei der Pflanzennahrung noch die grössere Darmarbeit in Betracht, auf die ich früher schon hingewiesen habe. Auch diese wird durch den Zusatz von Extrakt nicht kleiner und sie bedingt daher einen bleibenden Unterschied in den beiden Regimen, es muss auch bei Zufügung des Extraktes der Antheil, der auf äussere Arbeit verwendet werden kann, bei der Fleischdiät grösser sein.

Ein Drittes ist der raschere Uebergang des Fleischalbuminates in die Säfte. Je mehr in der Zeiteinheit Eiweiss eintritt, desto grösser ist die Zersetzung, desto grösser also auch die im Moment mögliche Arbeitsleistung. Liebig selbst hat früher diesen wesentlichen Unterschied betont. In Auerbachs Volkskalender (S. 135 und 136) schreibt er: „für die Art der Arbeit ist es nicht gleichgültig, in welcher Form der arbeitende Mann die Albuminate in seinen Speisen geniesst und es ist in dieser Beziehung der Rang, den das Fleisch oder die Fleischnahrung unter den Speisen der Menschen einnimmt, von den Physiologen nicht gehörig gewürdigt worden. Das Fleisch enthält die Albuminate, welche die Fleischerzeuger sind, in der löslichsten Form, es wird in der kürzesten Zeit verdaut und nimmt für seinen Uebergang in das Blut die geringste Arbeit in Anspruch. Es ist aber selbstverständlich, insoferne

---

eine genügende Nahrung, wenn man ihm sagt: „auf eine Brodschnitte gestrichen, verleiht es (das Extrakt), derselben den Nahrungswerth des Fleisches; auf Reisen oder bei anderen Gelegenheiten, wo es schwierig ist, sich eine andere Mahlzeit zu verschaffen, genügt es mit einigen Biscuits, einem Topfe Fleischextrakt und etwas Salz versehen zu sein, um eine ganz sättigende Nahrung zur Hand zu haben"; enthalten etwa die Paar Biscuits genügende Mengen von Albuminaten und stickstofffreien Stoffen, welche doch in der Nahrung sein müssen, wenn man die Extrakte auch das Kraftmaterial sein lässt.

die Wirkung der Speisen abhängig ist von ihrem Uebergange in Blut, dass sie der Zeit nach im Verhältniss steht zur Schnelligkeit dieses Ueberganges. Die Erfahrung zeigt, dass mit einer energischen Arbeit, das ist mit einer Arbeitsleistung in kürzester Zeit, eine rein vegetabilische Diät sich nicht verträgt. Der Brauknecht verzehrt im Fleische einen Nährstoff, der zu seinem Uebergange in den Körper ein Minimum von innerer Arbeit in Anspruch nimmt, und empfängt in den Albuminaten des Fleisches in weniger als 3 Stunden einen Vorrath von Kraft in seinem Körper, der ihm gestattet, nach Willkühr darüber zu verfügen. Der Holzknecht im bayerischen Gebirge muss hingegen 8—10 Stunden darauf warten, bis die Bestandtheile seines Mahles zur vollständigen Wirkung kommen." Ich brauche diesen Worten nichts hinzuzufügen, sie thun besser, als ich es vermag, eine Differenz in dem Wirkungswerth der Pflanzen- und Fleischdiät dar, die das Extrakt nicht ändert.

Ganz wesentlich für die Grösse der Zersetzung und Kraftentwicklung im Thierkörper ist ferner das Verhältniss der stickstofffreien Stoffe zum Eiweiss. Je mehr stickstofffreie Stoffe vorhanden sind, desto weniger wird umgesetzt; in der animalischen Nahrung findet sich nun in den meisten Fällen relativ viel mehr Eiweiss als in der Pflanzennahrung, in welcher die Kohlehydrate die vorwiegenden Bestandtheile sind. Bei Fleischnahrung wird desshalb in der Regel wenig angesetzt, die Pflanzenfresser dagegen dienen uns zur Mast. Wenn man also die nämliche Wirkung im Körper haben will, muss die Zersetzung die gleiche sein und man muss daher nicht nur auf die gleiche absolute, sondern auch auf die gleiche relative Menge des absorbirten Eiweisses achten. Da nun in der Pflanzennahrung meistentheils verhältnissmässig mehr stickstofflose Stoffe eingeführt werden, so wird man davon auch einen anderen, geringeren Effekt im Körper erwarten dürfen, als von der Fleischnahrung. Auch auf diesen vierten Unterschied übt ein Zusatz von Fleischextrakt keinen Einfluss aus.

Endlich ist auch die absolute Menge des resorbirten Eiweisses entscheidend, da sie vor Allem die Grösse der Zersetzung im Körper bestimmt. Wenn wir die Wirkungen der Fleischkost wahrnehmen, so ist immer auch viel Eiweiss aufgenommen worden, meist viel

mehr als bei der Pflanzennahrung; es darf uns dann nicht Wunder nehmen, andere Folgeerscheinungen zu sehen.

Alle diese Momente rufen höchst bedeutende Unterschiede in den Wirkungsgrössen der vegetabilischen und animalischen Diät hervor und wir machen daher einen fehlerhaften Schluss, wenn wir die Differenzen nur auf die Extraktivstoffe beziehen.

Wir haben kein Recht, das, was wir Tonus — Energie oder Spannung — nennen, gerade den Extraktivstoffen zuzuschreiben. Nur dann, wenn in beiden Diätarten absolut und relativ gleich viel in das Blut gelangt ist, und die Zersetzung in der Zeiteinheit, sowie die innere Arbeit die nämliche war, und wir dann den Tonus oder die Energie bei der Aufnahme von Vegetabilien nicht hätten, sie aber durch das Fleischextrakt erhalten würden, dann wäre erst dargethan, dass die Extraktivstoffe diese Rolle spielen. Davon sind wir aber noch weit entfernt; einstweilen ist es viel wahrscheinlicher, die Energie und Kraftfülle des Fleischfressers auf den bei gleicher Eiweisseinnahme grösseren Stoff- und kleineren inneren Kraftverbrauch zurückzuführen als auf die Extrakte, von deren Wirkung wir noch nichts Näheres wissen, deren Wirkungen als Genussmittel ich jedoch nicht läugne. Aus den angegebenen Gründen ist ein Fleischfresser bei Fütterung mit wenig Fleisch und viel Fett bei Erhaltung seines Körperzustandes und Zusatz von Fleischextrakt nicht lebendig, sondern träge; ein Mensch, dem man zur ausreichenden Pflanzennahrung Extrakt zusetzt, bekömmt dadurch nicht die der Fleischkost eigenthümlichen Folgeerscheinungen in Beziehung der Lebhaftigkeit und der Kraftleistung; gibt man dagegen Pflanzenfressern viel Eiweiss, z. B. einem Pferde eine tüchtige Portion Hafer, so hat man ohne Fleischextrakt die vollen Wirkungen der animalischen Nahrung.

Der Fleischwerth des Fleisches, d. i. der Werth, welcher der Fleischdiät eigen ist, oder die Wirkungen, die sie von der vegetabilischen Nahrung sehr wesentlich unterscheiden, rühren nicht nur von den Extraktivstoffen her, die vielleicht nur einen geringen Antheil daran haben; sie sind vorzüglich bedingt durch den Nährwerth des Fleisches, d. i. durch die bessere Ausnützung desselben, den rascheren Uebergang des Eiweisses, den absolut und relativ

grösseren Eiweissgehalt, die grössere Zersetzung und die geringere innere Arbeit. Nur dann, wenn wir bei Pflanzenkost dies Alles wie bei der Fleischkost erreichen könnten, hätten wir dieselbe durch Zusatz der Extraktivstoffe des Fleisches in ihrem Wirkungswerth in Fleisch verwandelt; da wir dies aber vorläufig nicht vermögen, so erhalten wir durch Zusatz von Extrakt zur Pflanzenkost nur die einfache Wirkung des Fleischextraktes, aber nicht die des Fleisches. Die angegebenen Differenzen bedingen auch bei gleicher Albuminatmenge den niedrigeren Preis der Pflanzennahrung; wir bezahlen in dem hohen Preise des Fleisches durchaus nicht nur, wie Liebig in der Cölnischen Zeitung meint, das Extrakt.

Vermöchten wir auch der Pflanzennahrung durch das Extrakt den vollen Werth von Fleisch zu ertheilen, so wäre wohl von einer Geldersparniss oder einem ökonomischen Werthe nicht mehr die Rede. Um in diesem Falle einer Pflanzennahrung den Werth von 500 Fleisch mit 16.9 Extrakt zu verleihen, müsste man (bei 20% Wasser) 21.1 Fleischextrakt um 15 Kreuzer kaufen; für 15 Kreuzer bekommt man aber 467 Fleisch vom Metzger mit 353 reinem Fleisch. Es möchte doch immer vortheilhafter sein, statt der Extraktmenge von 100 Fleisch 70 Fleisch mit Eiweiss zu verzehren, dem noch Fett und Knochen anhängen, wobei man dann von der Pflanzennahrung abziehen kann; auch ist es einstweilen sicherer, das Eiweiss und die Extrakte von 70 Fleisch zuzuführen, als auf die nicht nachweisbare Ersparung von Eiweiss durch das Extrakt vertrauend statt der 70 Fleisch blos das Extrakt von 100 Fleisch aufzunehmen.

Ich betone nochmals, dass es für diese Punkte ganz gleichgültig ist, welche Bedeutung man dem Extrakt zuschreibt, und dass sie also nicht die Hauptfrage berühren.

c. Nach der ausdrücklichen Erklärung Liebig's in Auerbachs Volkskalender vom Jahre 1869, wo es heisst, wir wissen mit Bestimmtheit, dass die Fleischbrühe kein Nährstoff, sondern nur ein Genussmittel ist, und nach einer auf anderem Wege an mich gelangten Mittheilung (vom 7. März 1869), worin er sagt: „Wir sind auch über die Hauptsachen gar nicht im Widerspruch; Sie glauben, wie ich schon vor 20 Jahren gelehrt habe, dass das Fleischextrakt ein Genussmittel und kein Nahrungsmittel ist“ — dachte ich mich

bei meinen Auseinandersetzungen in der Dezembersitzung der Academie über die Wirkungen der Genussmittel, zu denen ich auch das Fleischextrakt zählte, ganz im Einklange mit den Anschauungen von Liebig. Ich war daher sehr erstaunt, als er bei weiterer Discussion und besonders in seiner darauffolgenden Abhandlung die Extraktivstoffe wieder als Nährstoffe und Kraftmaterial bezeichnete. Ich sage wieder, denn diese Ansichten sind durchaus nicht neu, sondern sie sind von ihm schon vor 19 Jahren ausgesprochen worden.[1])

Ich habe mich oben zur Genüge darüber geäussert, warum die (organischen) Extraktivstoffe des Muskels nicht Nährstoffe und Kraftmaterial sein können; es sind Genussmittel.[2]) Wenn man nicht die

---

1) In Auerbach's Volkskalender (S. 153) sagt Liebig: „Der erfahrene Koch sucht diese fehlerhafte Beschaffenheit der Speisen (den Mangel an Nährsalzen) durch seine Saucen und Zuthaten zu verbessern und er benützt dazu ausser den Küchenkräutern einen Extrakt, den er sich aus zerschlagenen Knochen und Fleischabfällen aller Art im Vorrath bereitet; da aber diese Fleischabfälle in der Regel sehr wenig Muskelfleisch enthalten, so ist der Extrakt des Kochs stets arm an Nährsalzen.

In seiner neueren Abhandlung (S. 111) steht dagegen:

„Der erfahrene Koch legt den höchsten Werth als Zusatz zu seinen Produkten auf die löslichen Bestandtheile des Muskels der Säugethiere, das Arbeitsmaterial des Muskels; aus den Fleischabfällen der Küche bereitet er sich einen Extrakt im Vorrath, dessen Name Stock, den der englische Koch diesem Extrakte in dem Sinne von „Bereicherung“ oder „Grundlage“ gibt, die hohe Bedeutung hinlänglich bezeichnet, die er ihm als Bestandtheil und Zusatz zu seinen Speisen beilegt.

Ich weiss nicht, wie diese beiden Angaben in Uebereinstimmung gebracht werden können.

2) Liebig bezeichnet die Muskelextraktivstoffe als hochpotenzirte wahre Nahrungsmittel und wie es scheint, nur für den Menschen, denn er sagt: „Die beschränkten Begriffe von Nahrungsmitteln, die auf der Beobachtung der Vorgänge in dem Körper der Pflanzen- und Fleischfresser beruhen, müssen für den Menschen erweitert werden“ und an einer anderen Stelle: „Der diätetische Werth des Fleischextraktes muss an Menschen, nicht an Hunden, der Prüfung unterworfen werden.“ Dies würde man verstehen, wenn Liebig das Extrakt für ein Genussmittel hielte, als Nahrungs- und Kraftmittel für die Muskeln müsste es aber doch bei den Thieren ebenso wie am Menschen wirken, da die Zusammensetzung ihrer Muskeln die gleiche ist. Wenn die Zugabe des Fleischextraktes zur Mehlnahrung des Holzknechtes einen Einfluss auf die Energie der Arbeit desselben hat, so müsste auch der Zusatz desselben zur genügenden Heunahrung eines Pferdes den gleichen Erfolg haben, und wir könnten dies an ihm ebenso bemerken, wie den Einfluss des Hafers. Liebig hat selbst (S. 107) aus dem

höchst unwahrscheinliche Annahme machen will, dass in den stickstoffhaltigen Extraktivstoffen mehr Spannkraft steckt als im Eiweiss, so wäre die Menge des im Fleisch verzehrten Extraktes zu klein für eine ausgiebige Wirkung; der von Pettenkofer und mir beobachtete Arbeiter bekam im Tag neben anderen Albuminaten 250 reines Fleisch und damit nur 6.6 organische Extraktivstoffe. Als nährenden und kraftgebenden Stoff müsste man das Extrakt in grösserer Menge essen und dazu ist es zu theuer; es in geringer Menge als Genussmittel zu nehmen, hat daher allein einen Sinn.

Leider versteht man gewöhnlich unter einem Genussmittel eine Sache, die für unser Leben nicht nothwendig, sondern ein Luxusartikel oder sogar schädlich ist. Die meisten Menschen denken, es hätte eine Substanz keine Bedeutung, wenn man sie zu den Genussmitteln zählt. Dies ist eine ganz falsche Auffassung, die ich in meiner schon mehrfach genannten Abhandlung, auf die ich für das Nähere verweise, zu beseitigen suchte, indem ich, so gut es jetzt möglich ist, der Wirkung der Genussmittel näher nachging. Unsere Speisen sind darnach nicht blosse Mischungen von Nahrungsstoffen, von Eiweiss, Fett, Kohlehydraten, Wasser, Salzen etc., wir würden ein solches Gemenge verschmähen und uns nicht damit ernähren. Nicht nur die Speisen der Menschen, sondern auch die der Thiere müssen schmackhaft und geniessbar sein; dies bedingen die jeder Speise beigemischten Genuss- oder Würzmittel, welche uns nicht nur angenehme Empfindungen erwecken, sondern Processe der manigfaltigsten Art im Nervensystem, nothwendig für die Verdauung und Ernährung, einleiten müssen. Für die normale Ernährung unseres Körpers sind die Genussmittel ebenso bedeutungsvoll wie Eiweiss

---

Unterschiede des Eiweissansatzes beim Hund und Rind auf die Arbeit ersparende Wirkung der löslichen Muskelsubstanzen geschlossen. Wir haben an Hunden nur das studirt, was daran zu studiren war, den Einfluss des Extraktes auf die Resorption im Darm und auf den Eiweissumsatz, ferner die Ausscheidungsverhältnisse von Bestandtheilen des Extraktes, und wir haben durch den Versuch am Menschen dargethan, dass das, was wir für den Hund fanden, auch für den Menschen gültig ist. Ich habe daraus den Schluss gezogen, dass das Extrakt kein Nahrungs- und Kraftmittel sein kann und es war darnach nicht mehr nöthig, den direkten Versuch zu machen, ob der Arbeiter mit Fleischextrakt grösserer Anstrengung fähig ist, was ausserdem ein sehr schwieriger Versuch sein dürfte.

oder stickstofffreie Stoffe oder Salze, nur haben sie eine andere Bedeutung als diese. Ein Nahrungsstoff ist ein Stoff, durch welchen ein für die Zusammensetzung des Körpers nothwendiger Stoff hergestellt oder sein Verlust verhütet wird; ein Nahrungsmittel ist ein Gemisch aus einzelnen Nahrungsstoffen, welches aber noch keine Nahrung ist, z. B. das aus Eiweiss, Stärkmehl, Salzen etc. bestehende Brod; eine Nahrung ist ein Gemisch aus Nahrungsstoffen oder Nahrungsmitteln (mit Genussmitteln), das uns zusagt und den Bestand des Körpers völlig erhält. Jeder Nahrungstoff ist nahrhaft und hat Nährwerth, z. B. Fett, Wasser, Salz, ebenso jedes Nahrungsmittel; aber weder ein Nahrungstoff noch ein Nahrungsmittel ist für sich schon eine Nahrung.

Die Genussmittel sind darnach keine Nährstoffe, sie haben ganz andere, aber nicht weniger wichtige Aufgaben bei der Ernährung zu erfüllen. Sie sind namentlich nicht bestimmt durch ihre Zersetzung uns mit lebendiger Kraft zu versorgen; sie geben uns nicht wirkliche Kraft, sondern höchstens das Gefühl von Kraft durch eine eigenthümliche Wirkung auf das Nervensystem; ich habe schon längst das Beispiel gebraucht, dass der Kaffee und ähnliche Genussmittel wie eine Peitsche bei arbeitenden Pferden wirken, die sie mächtig ansporut, ohne ihnen eine Kraft mitzutheilen. Liebig sagt mit Recht, es sei die Verwechslung der Empfindung von Kraft mit der wirklichen Kraft ein grosses Hinderniss für die Beurtheilung und Einsicht in die Thätigkeiten der thierischen Maschine. Man verwechselt die Summe der vorhandenen lebendigen Kraft mit der Leichtigkeit der Verfügung über dieselbe nach Aussen, oder besser gesagt, wir gebrauchen leider für beide Begriffe häufig die gleichen Wörter, so spricht man von einem Schluck kräftigenden Weines oder einer stärkenden Fleischbrühe, während doch nur die Nahrungsstoffe wirkliche Kraft geben. Man sollte sich daher dieser Ausdrücke nicht mehr bedienen, da weniger die Leute der Wissenschaft, welche schon eine Trennung zu machen wissen, als die Laien sich dadurch täuschen lassen. Liebig selbst hat jene Wörter oft in jenem zweifachen Sinne gebraucht, ohne dass es mir einfiele zu glauben, er hätte Empfindung und Arbeit nicht unterschieden; in Auerbach's Volkskalender (S. 153), wo er die Extrakte nicht als Nährstoffe, sondern als Genussmittel

auffasste, liess er diese Genussmittel der Fleischnahrung die Fleischfresser stärker, kühner, kriegerischer machen und die Spannung, den Tonus oder die Energie in ihnen hervorbringen.

Nichts destoweniger lege ich den grössten Werth auf die Genussmittel, sie sind für die Ernährung des thierischen Organismus absolut nothwendig und wir sorgen daher dafür in unseren Speisen, welche noch manches Andere enthalten und uns bieten müssen als die Nährstoffe. Dies hat man bis jetzt viel zu wenig berücksichtigt und der Zweck meines Vortrags in der Akademie war, die Aufmerksamkeit mehr auf diese Punkte zu lenken. Jede Speise hat ihre eigenen Würzmittel und jedes Thier seine Lieblingsspeisen, ganz unabhängig von den Nährstoffen.

Man weiss, wie lecker manche Thiere sind und wie sie ein Futter, durch geringfügige Umstände veranlasst, und ohne Aenderung der Nährstoffe, nicht mehr berühren; wir sind häufig nicht mehr im Stande, durch irgend etwas, was den Nährwerth einer Speise gar nicht ändert, dieselbe zu verzehren.

Jeder kennt die Bedeutung der Genussmittel. Eine Spur Morphium, unter deren Einfluss ein schon ganz verfallener Mensch neu wieder aufzuleben scheint, gibt uns durch Zersetzung nicht wirkliche Kraft. Ein Schluck köstlichen Weines, der die gesunkenen Kräfte hebt und uns stärkt, ohne in uns mehr lebendige Kraft zu entwickeln, ist das beste Beispiel hiefür.

So hat auch das Fleischextrakt als Genussmittel seine hohe Bedeutung, wenn es auch keinen Einfluss auf die Resorption im Darm oder die Zersetzungen im Körper hat und kein Nahrungsstoff ist; es ist das beste Vorbereitungsmittel für die Verdauung im Magen nicht nur für Kranke und Reconvalescenten, sondern auch für Gesunde; es hat vielleicht auch noch eine weitere allgemeine Bedeutung für den Körper durch seinen Gehalt an Salzen, vorzüglich an Kalisalzen.

Diente es dagegen zur Herstellung der Zusammensetzung des Muskels, als Nahrungs- und Kraftmittel, so hätten die übrigen animalischen Nahrungsmittel, z. B. Eier, Leber etc. kaum eine grössere Bedeutung als die Vegetabilien, wenn man nicht annehmen will, dass die Extraktivstoffe der einzelnen Organe sich gegenseitig vertreten, was auf Seite 115 der Liebig'schen Abhandlung angedeutet

zu sein scheint. Wenn die Muskelextrakte die für den Muskel nothwendigen Extrakte ersetzen und die Kraft für seine Thätigkeit entwickeln, so müssten analog die Extrakte der übrigen Organe ebenfalls nothwendig zu ihrer Zusammensetzung gehören und das Arbeitsmaterial derselben darstellen; die Extrakte der Milch müssten eine grössere Thätigkeit der Milchdrüse bedingen; die der Leber würden wichtig für dieses Organ sein, ähnlich wie man früher eingedickte Galle bei Leberleiden gab; und für die Arbeit des Gehirns wäre gewiss das Gehirnextrakt rationeller als das Muskelextrakt.

V.

Eine der wichtigsten Fragen in der Physiologie, die sich bei den hiesigen Arbeiten immer mehr und mehr in den Vordergrund drängte, ist die nach der Entstehung des Fettes in dem Thierhaushalte. Liebig stellt meine Arbeiten auf diesem Gebiete als vollkommen werthlos hin, welche die Sache um keinen Schritt gefördert hätten. Ich muss zu meiner Vertheidigung eine kurze geschichtliche Entwicklung vorausschicken.

Man hatte früher das Fett der Nahrung als die Quelle des Fettes im Thierkörper angesehen, bis Liebig (1842) durch die chemische Untersuchung der Nahrung des Pflanzenfressers, durch die Kenntniss der merkwürdigen Umwandlungen organischer Stoffe ausserhalb des Körpers in andere und durch das Nachdenken über die Bedeutung der einzelnen Nahrungsbestandtheile zu der Ueberzeugung geführt wurde, dass die Kohlehydrate der Nahrung des Pflanzenfressers dabei von Einfluss sein müssen.

Es entspann sich darüber bekanntlich ein berühmt gewordener Streit zwischen Liebig und einigen französischen Forschern, aus dem Liebig siegreich hervorging, nachdem von ihm dargethan worden war, dass in dem Futter von Gänsen, Schweinen, Kühen etc. nicht so viel Fett enthalten ist, um das angesetzte oder in der Milch abgegebene Fett zu liefern, und nachdem er auf die Versuche von Huber und Gundlach hingewiesen hatte, nach denen die Bienen aus wachsfreiem Honig oder Zucker Wachs produciren. Dieser Entscheid zu seinen Gunsten hat viel zur Ausbreitung seines Ruhmes beigetragen.

Von da an galt ganz allgemein der Ursprung des Thierfettes aus Kohlehydraten als unumstössliche Wahrheit, so dass ein Zweifel daran gerade-

zu für einen Unsinn gehalten wurde. Es wurde der weitaus grösste Theil des Fettes der Pflanzenfresser oder Alles aus den Kohlehydraten abgeleitet. Liebig sagt (in d. chem. Briefen 1851 S. 449): „Diese wichtige Thatsache, dass der aus dem Stärkmehl der Körnerfrüchte, der Kartoffeln, der Samen der Leguminosen in der Verdauung entstehende Zucker bei ausreichendem Material für die Zellenbildung im Leibe der Thiere in Fett übergeführt wird, ist durch die Versuche von Persoz und Boussingault ausser Zweifel gestellt. Das Fett der Nahrung des Pflanzenfressers liess man grösstentheils im Koth weggehen und keine besondere Rolle bei der Fettablagerung spielen.

Man war darin so sicher, dass man zur Vorsicht mahnende Thatsachen ganz übersah. Niemand hatte ausserhalb des Körpers aus Kohlehydraten Fette dargestellt, sondern nur niedere Glieder der Fettsäurereihe; und wenn auch auf diesem Wege die Erzeugung von Fett gelänge, so wäre dadurch nur die Möglichkeit dargethan, aber noch lange nicht die Wirklichkeit im Thierkörper, für den ein solcher Uebergang durch nichts bewiesen, sondern vielmehr unwahrscheinlich ist, da in ihm sonst im Gegensatz zur Pflanze keine Zersetzungen mit Entstehung sauerstoffärmerer Produkte stattfinden. Aus den Kohlehydraten kann unter allen Umständen nur sehr wenig Fett hervorgehen; gerade mit der stärkereichsten, aber eiweissarmen Nahrung gelang es nicht, einen Körper fett zu machen. Endlich ist ein ansehnlicher Theil, ja häufig die ganze Menge des bei der Mästung abgelagerten Fettes aus dem in der Nahrung schon vorräthigen Fett abzuleiten.

Man kann für den Uebergang von Kohlehydraten in Fett im Thierkörper nichts geltend machen als das Nichtausreichen des Fettes der Nahrung in manchen Fällen und den sichtbaren Einfluss der Kohlehydrate auf die Ablagerung von Fett. Sind diese Thatsachen aber nicht auf eine andere Weise zu erklären, gibt es nicht noch andere Materialien, aus welchen Fett entstehen kann?

Es sind in der That noch die eiweissartigen Substanzen vorhanden, und es weisen immer mehr und mehr Erfahrungen darauf hin, dass sie eine bedeutende Rolle bei der Fettbildung spielen.

Liebig sagt nun (S. 125), wie es scheint, gar nicht mehr eingedenk des grossen Eindruckes, den seine frühere Lehre von

der Entstehung des Fettes aus Kohlehydraten hervorgebracht hatte, er hätte geglaubt, dass die Bildung des stickstofffreien Fettes mit den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrung in Beziehung stehen müsse, ohne die Möglichkeit seiner Erzeugung aus den Albuminaten zu leugnen. Dies sieht so aus, als ob er schon von Anfang an den Albuminaten keinen geringeren Antheil zugeschrieben hätte als den Kohlehydraten. Dies ist aber nicht so; nirgends ist die Rede davon, dass die Bildung des Fettes aus Eiweiss ein normaler und beständig im Körper vor sich gehender Prozess sei und darum handelt es sich doch bei unserer Frage. Die Hauptstelle dafür findet sich in den chemischen Briefen (1851 S. 453), wo es heisst: „Die Thatsache, dass auch die plastischen Nahrungsmittel in gewissen Zersetzungsprozessen, wie in der Fäulniss, beinahe gerade auf in Ammoniak und fette Säuren (Buttersäure und Valeriansäure) zerfallen, schliesst die Meinung nicht aus, dass auch diese Materien zur Erzeugung von Fett im Thierorganismus unter gewissen Umständen dienen können. Bedeutungsvoll für die Fettbildung im lebenden Körper scheint es jedenfalls zu sein, dass die Bildung von fetten Säuren, von Buttersäure z. B., aus stickstofffreien Materien ausserhalb des Körpers nur durch solche Fermente bewerkstelligt werden kann, deren Elemente sich im Zustande der Buttersäurebildung selbst befinden, und es ist nicht ganz unwahrscheinlich, dass auch in dem lebendigen Körper zwischen den plastischen und stickstofffreien Stoffen in der Fettbildung eine ähnliche Beziehung besteht.“ Man sieht, es ist vorzüglich die Rede von einer Rolle der Albuminate als Fermente für die Fettbildung aus stickstofffreien Stoffen, keineswegs aber von einer ausgiebigen und regelmässig fliessenden Quelle für die Entstehung von Fett. Was Liebig gemeint hat, geht am besten aus einer Milne-Edwards gegebenen Antwort hervor, welcher ihm die Ableitung des Fettes aus eiweissartigen Stoffen zugeschrieben hatte; er erwiederte darauf[1]), er habe den Ursprung des Fettes niemals im Fibrin oder Albumin oder Casein gesucht, er habe sich vielmehr bemüht, darzuthun, dass

1) Annal. d. Chemie u. Pharm. 1843, Bd. 48 S. 126.

die stickstofffreien Bestandtheile des Organismus aus den stickstofffreien der Nahrung entspringen.

Nachdem man eine Reihe von Anhaltspunkten für den Uebergang von Eiweiss in Fett unter gewissen Umständen gewonnen und Hoppe auf die Möglichkeit einer Fettbildung auf Kosten von Eiweiss unter normalen Verhältnissen hingewiesen hatte, thaten Pettenkofer und ich[1]) dar, dass bei einem mit grossen Mengen reinen Fleisches gefütterten Hund manchmal in den Exkreten wohl aller Stickstoff, aber nicht aller Kohlenstoff austritt; es blieb uns keine andere Möglichkeit übrig, als zu schliessen, dass sich bei der Zersetzung des Eiweisses der Stickstoff in der Form von Harnstoff abgetrennt hat, aber nicht alle dabei übrig gebliebene stickstofffreie, an Kohlenstoff reiche Substanz zu Kohlensäure und Wasser oxydirt, sondern wegen Mangel an Sauerstoff ein Theil derselben als Fett zurückgehalten und angesetzt worden ist.

Nachdem wir einmal auf die genannte Quelle von Fett aufmerksam geworden waren, kamen wir natürlich auf den Gedanken, ob sie beim Fleischfresser neben dem Fett der Nahrung nicht die einzige sei, und in der That konnten wir für ihn bei unsern Versuchen keinen Anhaltspunkt für einen Ansatz von Fett aus Stärke oder Zucker gewinnen. Es war uns dadurch wahrscheinlich geworden, dass jeder Ansatz von Fett im Körper des Fleischfressers nur durch Fett möglich ist, entweder aus dem in der Nahrung aufgenommenen Fett, oder aus dem bei der Zersetzung von Eiweiss entstandenen; bei Gegenwart von Stärke oder Zucker wird sich darnach das Fett nicht aus diesem, sondern aus dem durch sie vor der Verbrennung geschützten Fett des Eiweisses erzeugen.

Ich habe es nun in einem vor der 1865 dahier tagenden Versammlung der Agrikulturchemiker gehaltenen Vortrage für nicht undenkbar erklärt, dass sich dies beim Pflanzenfresser ähnlich verhält.

Liebig, der bei dem genannten Vortrage zugegen war, erklärte sich mit meiner Folgerung nicht einverstanden: „es erscheine sehr zweifelhaft, dass dieser Satz auch für den Pflanzenfresser

---

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. II. Suppl.-Bd. 1862 S. 52.

Geltung habe, es sei schwer anzunehmen, dass bei Milchkühen z. B. die Proteïnsubstanzen und die Butter der Milch zusammen nur aus der Proteïnsubstanz und dem meist geringen Fettgehalt der Nahrung herstammen solle."

Ich habe unsere Theorie an dem von Liebig angegebenen Beispiel zuerst auf die Probe gestellt. In dem Hauptversuche wurde einer reichlichst Milch gebenden Kuh ein Futter, das sie schon seit langer Zeit auf gleiche Weise genommen, von bekanntem Stickstoff- und Fettgehalt gegeben, und aus dem Stickstoff und Kohlenstoff des Harns und dem Stickstoff und Fett der Milch und des Kothes gesehen, ob das aus der Nahrung resorbirte und aus dem zersetzten Eiweiss abgespaltene Fett genügt, das Fett der Milch zu liefern. Dies war auch in der That der Fall, und dadurch für den Pflanzenfresser die Wahrscheinlichkeit eines ähnlichen Verhaltens wie beim Fleischfresser grösser geworden.

Diesen Versuchen tritt nun Liebig schroff entgegen.

a. Zuerst wendet er sich gegen den von Pettenkofer und mir am Hunde gemachten Versuch. Er sagt, in der Bilanz des Kohlenstoffs der Einnahme und der Ausgaben hätten dabei 3.8 Grm. Kohlenstoff gefehlt; die Erwägung, was aus diesem Kohlenstoff geworden sei, hätte mich geneigt gemacht zu glauben, dass er in Fett übergegangen sei, und ich hätte es trotz der Kleinheit der Differenz nicht für glaubwürdig gehalten, dass sie auf einem Versuchsfehler beruhen könne. Nun macht er allerlei Einwendungen gegen die winzige Grösse von 3.8 Grm. Kohlenstoff. Die Ausscheidungen und Bestimmungen des Harnstoffs, des Kothes und der Respirationsprodukte seien nicht absolut genau. Dann verliere mein Schluss alles Gewicht, weil ich vergessen hätte, dass das verfütterte Fleisch schon eine gewisse Menge Fett enthält und zwar nach meinen Bestimmungen im Durchschnitte höchstens 1 %, nach einer von ihm ausgeführten in einem sehr magern Stück Kuhfleisch, „welches von Herrn Professor Bischoff für diesen Zweck ausgewählt worden war", $^1/_3$ %; demnach sind in 1500 Fleisch, die der Hund täglich verzehrte, eben 5 Fett mit den 3.8 Kohlenstoff vorhanden, und es sei denn doch unendlich wahrscheinlicher, dass diese 5 Fett im Körper zurückgeblieben sind, als anzunehmen, dass sie verbrannt

und andere 5 Grm. Fett aus Eiweiss erzeugt worden seien. Der Schluss ist: „Als Argumente in der Fettbildungsfrage wird man, wie aus obigen Betrachtungen sich ergiebt, Voit's Versuche mit dem Hunde fernerhin nicht mehr gelten lassen können."

Der Vorwurf, den Liebig durch diese Darstellung und durch diese Behandlung unserer Arbeiten der Grundlage und der Tragweite derselben gemacht hat, ist so erstaunlich gross, dass ich mich genöthigt sehe, näher auf die Sache einzugehen und darzulegen, wie viel Liebig übersehen und mit welcher Geringschätzung er auf die Arbeiten Anderer herabsehen musste, um so sprechen zu können. Liebig, welcher selbst nie einen derartigen quantitativen Versuch an einem Thiere gemacht hat, glaubt bei dieser Gelegenheit mir sagen zu dürfen, Niemand werde meine Zahlen für absolut genau ansehen, der mit Versuchen dieser Art näher vertraut sei.

Die Versuche, auf welche wir uns bezogen, sind mitgetheilt in Liebig's Annalen der Chem. und Pharm. II. Suppl.-Bd. 1862. S. 52 und daselbst die Versuche Nr. 1 und 11 als die beweisenden angegeben. In unserer Arbeit über die Gleichung der Einnahmen und Ausgaben[1]) zeigten wir bekanntlich, dass nach längerer Fütterung mit viel Fleisch alle Elemente der Einnahmen und Ausgaben sich decken und genau so viel Sauerstoff aufgenommen wird, als zur Verwandlung in Kohlensäure und Wasser nöthig ist. Wir waren erfreut über die grosse Uebereinstimmung der Zahlen und wir sagten (S. 373 und 374) über die geringe Differenz: „es lässt sich nun nicht genau entscheiden, wie weit diese 3.8 Grm. Kohlenstoff als Versuchsfehler anzunehmen oder wie weit sie als Verbindungen im Körper zurückgeblieben sind. Die Kohlensäurebestimmung bei den Respirationsversuchen ist so scharf, dass es uns nicht wahrscheinlich ist, dass die ganze Kohlenstoffdifferenz der Bilanz Versuchsfehler sein sollte. Wir sind eher geneigt, an eine geringe Fettbildung aus Fleisch zu glauben, und diese Kohlenstoffmenge würde nahezu 5 Grm. Fett im Tage entsprechen. Dass aus Fleisch Fett entstehen kann, beweist nicht nur die Bildung von Leichenwachs unter gewissen Umständen; auch die früheren Untersuchungen von uns

1) Sitz.-Ber. d. Akademie, 16. Mai 1863 und Annal. der Chem. u. Pharm. II. Suppl.-Bd. 3. Heft S. 361,

geben Anhaltspunkte hiefür. Bei Fütterung grosser Fleischmengen erschien sämmtlicher Stickstoff derselben im Harn und Koth, während vom Kohlenstoffe beträchtliche Mengen in Respiration und Perspiration nicht zum Vorschein kamen, mithin im Körper zurückblieben." Man ersieht daraus, dass wir den Bilanzversuch nicht als beweisend für die Fettbildung aus Eiweiss betrachteten, sondern nur daran dachten, weil uns der Versuchsfehler zu gross schien und wir durch unsere früheren Versuche Anhaltspunkte für einen solchen Vorgang gewonnen hatten. Uebrigens wäre eine Ablagerung von Fett aus Eiweiss und eine gleichzeitige Verbrennung von Fett der Nahrung sehr wohl „mit den ökonomischen Gesetzen im Thierleibe" zu vereinigen, da jenes Fett in Zellen entsteht und dort eingeschlossen dem Sauerstoff weniger zugänglich ist als letzteres, das im Blute mit dem Sauerstoff direkt in Berührung tritt.

In meiner Abhandlung über die Fettbildung im Thierkörper bezeichnete ich (S. 106) abermals ausdrücklich die Versuche Nr. 1 und 11 als die beweisenden, den Bilanzversuch habe ich in einer Anmerkung nur citirt, weil dabei zum ersten Male die Art der Entstehung von Fett aus Eiweiss näher discutirt worden ist. Wir haben diese Versuche wie so viele andere noch nicht näher besprochen, ich will daher die einzelnen Zahlen hier angeben.

Versuch 1. Am 5. Tage der Fütterung mit 1800 Fleisch.

	N	C
Ein: im Fleisch:	61.20	225.4
Aus: im Harn:	59.46	35.4
im Koth:	0.65	4.3
in Haut u Lungen:	—	179.0
	60.11	218.7
Differenz:	+ 1.09	+ 6.7

Versuch 11. Am 2. Tage der Fütterung mit 2500 Fleisch.

	N	C
Ein: im Fleisch:	85.00	313.0
Aus: im Harn:	84.38	50.6
im Koth:	1.00	6.7
in Haut u. Lungen:	—	213.6
	85.38	270.9
Differenz:	− 0.38	+ 42.1

Die Differenz im ersten Versuche beträgt allerdings nur 6.7 Grm. Kohlenstoff und mit Einrechnung der angesetzten 32 Fleisch mit 4.0 Kohlenstoff sogar nur 2.7 Grm., aber die im elften Versuch 42.1 Grm. Da das Resultat des letzteren Versuches gar keiner anderen Deutung fähig ist und dabei 14 % des Kohlenstoffs des zersetzten Fleisches, entsprechend 52 Grm. Fett, im Körper zurückgeblieben sind, so haben wir das in demselben Sinne ausgefallene Resultat des ersten Versuchs und auch das des Bilanzversuchs auf gleiche Weise ausgelegt. Die Bedingungen für eine Fettbildung aus Fleisch sind nach meinen Auseinandersetzungen natürlich nur dann gegeben, wenn nicht genügend Sauerstoff da ist, um das aus dem Eiweiss entstandene Fett zu verbrennen. Dies findet nur im Anfange einer Fütterung mit reichlichen Fleischmengen statt, nach einigen Tagen wird durch die allmähliche Steigerung der Sauerstoffaufnahme alles zersetzt; desshalb ist die Differenz am 5. Tage der Fleischfütterung (Versuch 1) klein, die am 2. Tage (Versuch 11) bedeutend. Am ersten Tage ist sie bei grosser Schwankung in der Fleischmenge sicherlich noch ansehnlich grösser.

Ich will noch ein Beispiel aus unsern zahlreichen noch nicht veröffentlichten Versuchen herausheben, damit man sieht, dass es sich hier um etwas Gesetzmässiges handelt und zwar das vom 21. Juni 1863, wo der Hund nach längerer Fütterung mit 1500 Fleisch 2000 Fleisch erhielt; der erste Tag ergab:

	N	C
Ein: im Fleisch:	68.0	250.4
Aus: im Harn:	66.5	39.9
im Koth:	1.4	9.2
in Haut u. Lungen:	—	158.3
	67.9	207.4
Differenz:	+ 0.1	+ 42.7

d. h. es fehlen 18 % des Kohlenstoffs des zersetzten Fleisches oder es gehen hier aus 100 Eiweiss 9 % Fett hervor.

Liebig gibt als ein Argument gegen mich an, es spreche nicht für eine Fettbildung aus Fleisch im Körper eines Carnivoren, da in meinen früheren mit Bischoff angestellten Versuchen ein mit 1800 Fleisch gefütterter Hund in 7 Tagen beinahe ein halbes Pfund am Körpergewicht verloren habe. Abgesehen davon, dass aus dem

Körpergewicht gar nichts zu schliessen ist, so findet gerade bei einem Ansatz von Fleisch im Anfange nach einer ungenügenden oder weniger reichlichen Nahrung ein Wasserverlust vom Körper und eine Gewichtsabnahme statt. Liebig könnte geradesogut sagen, er bezweifle den in den ersten Tagen einer reichlichen Fütterung mit Fleisch eingetretenen Fleischansatz, wenn das Körpergewicht dabei abgenommen. Uebrigens bin ich gar nicht gewillt, in den 7 Tagen des von Liebig angegebenen Versuchs einen Fettansatz zu postuliren, da das Thier vorher schon 3 Tage dieselbe Fleischmenge aufgenommen hatte. Manche haben mich in diesem Punkte schon missverstanden; ich wiederhole es daher, wenn auch aus dem Eiweiss Fett entsteht, so ist es, ausschliesslich oder in grösserer Menge aufgenommen, doch nicht günstig zur Ablagerung von Fett oder zum Uebergang in die Milch, da es durch die reichliche Sauerstoffzufuhr verbrannt wird; man muss also einen Stoff dazu geben, der das entstandene Fett vor der Verbrennung schützt.

Die Argumente Liebig's gegen unsere Versuche sind also grundlos und unsere Theorie steht nach wie vor fest; sie ist mit blossen Worten nicht wegzublasen.

b. Auch meinem Versuche an der Milchkuh oder vielmehr der Richtigkeit meiner Berechnung der verfügbaren Fettmenge setzt Liebig allerlei, ebenso unstichhaltige Bedenken entgegen.

Man muss vor Allem festhalten, was ich mit jener Rechnung bezweckte. Es handelte sich hier nicht darum, direkt zu entscheiden, ob aus Eiweiss Fett hervorgehe, sondern darum, ob das Fett der Nahrung und das aus dem Eiweiss möglicherweise sich abspaltende Fett hinreicht, das Fett der Milch zu decken. Pettenkofer und ich haben bei unseren Respirationsversuchen gefunden, dass das Eiweiss der Nahrung am leichtesten zerlegt wird, dann folgen die Kohlehydrate und endlich das Fett; wenn nun das schwerer verbrennliche Fett in möglichst vielen und variirten Versuchen stets für das in der Milch auftretende oder anderswo abgelagerte Fett hinreicht, so hat man nicht nöthig, die leichter verbrennlichen Kohlehydrate zu Hülfe zu nehmen. Dies war der Gedankengang, der mich bei meinem Versuche und den Verwerthungen der Versuche Anderer leitete.

Liebig gibt zunächst an, dass ein Thier im Beharrungszustande einer gewissen Quantität von Albuminaten und stickstofffreien Stoffen für die Unterhaltung seiner inneren Arbeiten bedarf; wenn nun im Körper der Kuh alles dem Stickstoff im Harn entsprechende Eiweiss sich in Fett und Harnstoff umsetzen würde, so bliebe kein Eiweiss für den Haushalt des Thieres übrig oder es wären nur Produkte des Stoffwechsels (zu 85 % Harnstoff und Fett) zur Milcherzeugung verwendet worden. Dies sieht allerdings recht frappant aus und ist identisch mit dem Einwand seines Sohnes Hermann, den ich in meiner Fettabhandlung schon widerlegt habe. Die Lösung des Räthsels ist jedoch eine ganz einfache; indem ein Theil des Eiweisses im Säftestrom in den Organen sich spaltet in stickstoffhaltige Produkte und stickstofffreie, deren vorzüglichstes das Fett ist, wird die Kraft für die innere Arbeit geliefert; das Fett wird nun durch die Kohlehydrate der Nahrung vor der Verbrennung geschützt und kann bei der Mast oder Milchbildung abgelagert werden, während es beim arbeitenden Rinde oxydirt wird und die bei der Arbeit mehr abgegebene Wärme gibt.

Ich hätte, sagt Liebig ferner, die Frage nicht richtig gestellt, denn hätte ich zu meinen Versuchen eine andere Kuh gewählt, welche anstatt viel, wenig Milch gegeben, so wäre meine Rechnung noch viel günstiger für meine Theorie ausgefallen; je ungünstiger die Verhältnisse waren, desto besser musste die Rechnung passen. Dieser Vorwurf ist ungerecht, da ich mit Absicht eine Kuh auswählte, welche viel Milch lieferte und in vollster Lactation war, also den mir ungünstigsten Fall. Uebrigens hat bekanntlich Kühn den gleichen Versuch an einer Kuh gemacht, welche so wenig Eiweiss als möglich erhielt, und bei der immer noch die Kohlehydrate für das Fett der Milch nicht nöthig waren. Die Versuche von Stohmann an Ziegen bei eiweissarmem Futter zeigen sogar, dass die Menge des umgesetzten Eiweisses in allen Fällen genügend ist, um ohne Hinzunahme des aus der Nahrung resorbirten Fettes alles in der Milch ausgeschiedene Fett zu liefern.

Ich habe bei der Kuh wie beim Fleischfresser aus dem Eiweiss 51.4 % Fett entstehen lassen, obwohl bei ihr ein Theil des Stickstoffs in der ungleich kohlenstoffreicheren Hippursäure enthalten

ist, da die Versuche von Meissner und Shepard darthun, dass der stickstoffhaltige Theil der Hippursäure den stickstofffreien aus der Nahrung bezieht. Ich stützte mich also auf in der Wissenschaft angenommene Thatsachen und man hätte mir, wenn ich es nicht gethan hätte, wohl mit Recht einen Vorwurf machen können.

Nichtsdestoweniger schmiedet Liebig daraus gegen mich eine Waffe, indem er angibt, dass die von Meissner ermittelten Thatsachen einer ganz anderen Auslegung fähig seien, und meint, in der Behandlung physiologischer Aufgaben bemerke man nur allzu oft den Mangel jener strengen Methode, die nicht erlaubt, Thatsachen zu Schlüssen zu gebrauchen, bevor ihre Berechtigung hiezu vollkommen festgestellt ist. Ich habe dagegen nichts zu bemerken, als dass ich, sobald Liebig die von Meissner ermittelte Thatsache anders erklärt und also die Nichtberechtigung derselben zu dem von mir gemachten Schlusse darthut, den Kohlenstoff der Hippursäure in Rechnung nehmen werde. Aber wenn ich selbst den ganzen Kohlenstoffgehalt des Harns zu decken hätte, was jedenfalls übertrieben ist, da sicherlich ein grosser Theil des Kohlenstoffs des Pflanzenfresserharns von den stickstofffreien Stoffen der Nahrung herrührt (denn es treffen auf 1 Theil Stickstoff im Hundeharn bei Fleischfütterung 0.6 Theile Kohlenstoff, im Kuhharn dagegen 2.7 Theile), so würde dies doch an meinem Resultate und Schlusse nichts Wesentliches ändern.

Endlich ist Liebig mit der Fettmenge, die ich aus dem Eiweiss hervorgehen lasse, nicht einverstanden. Ich weiss nicht, wie er sich bei seinem Vorschlag den Entscheid durch den Versuch dachte, aber man muss unter allen Umständen eine gewisse Quantität von Fett aus dem Eiweiss sich abspalten lassen. Ich erinnere nochmals daran, dass es uns nur darum zu thun ist, ob das aus dem Eiweiss möglicherweise hervorgehende Fett für unseren Zweck zureicht oder ob gar keine Aussicht dazu vorhanden ist. Da es nicht bekannt ist, wieviel in diesem Falle Fett sich bilden kann, so musste ich zu einer Wahrscheinlichkeit greifen. Wer meine Auseinandersetzungen hierüber liest, wird anerkennen, dass ich dabei gewissenhaft mit mir zu Rathe gegangen bin, und auf die Möglichkeiten wohl geachtet habe; ich habe als Grundlage die von

Henneberg angegebene Zahl (100 Eiweiss = 51.4 Fett) gewählt, weil er das Eiweiss in sich selbst, nach Analogie der Zuckergährung und ohne Eingriff des atmosphärischen Sauerstoffs, zerfallen liess, was mir von allen Zersetzungsarten am plausibelsten schien. Ich habe dabei nicht verschwiegen, dass hier eine fühlbare Lücke ist und offen gesagt: „Da ich vor der Hand nichts besseres weiss, so lasse ich aus 100 Eiweiss 33.5 Harnstoff und 51.4 Fett entstehen.“ Darauf hin lässt sich Liebig zu dem Ausspruche hinreissen: „Dies ist die eigentliche Grundlage von Voit's Milchbildungstheorie, eine rein erdachte Spaltung des Eiweisses in Fett und Harnstoff, in Verhältnissen, wie sie für seine Rechnung passen und lediglich gemacht, um an der Stelle von mangelnden Thatsachen einer eingebildeten Erklärung zur Grundlage zu dienen. In der Naturforschung überzeugt man mit einem solchen Verfahren Niemand; es ist stets ein Merkzeichen, dass es an Thatsachen fehlt, die von selbst sprechen.“ Es ist wirklich recht schwer, auf solche Anschuldigungen mit derjenigen Ruhe, wie sie sich in wissenschaftlichen Erörterungen ziemt, zu antworten.

Es ist sicher, dass bei der Zerspaltung des Eiweisses als hauptsächlichstes stickstoffhaltiges Endprodukt schliesslich Harnstoff auftritt; es ist ferner sicher, dass dabei Kohlensäure und Wasser sich bildet und es ist sicher, dass dabei Fett entsteht. Der angegebenen Spaltung des Eiweisses liegen demnach Thatsachen zu Grunde, unsicher ist nur, ob sie in den angenommenen Verhältnissen stattfindet. Bei Beurtheilung derselben frägt es sich vor Allem, wie weit genau die Angaben zu meiner Schlussfolgerung sein müssen. Die Versuche von Pettenkofer und mir thun dar, dass bei den ungünstigsten Umständen, bei reiner Fleischfütterung, 9 % Fett aus Eiweiss zurückbleiben können; bei Zusatz einer Substanz, die das Fett schützt, beträgt es natürlich ungleich mehr. Bei meinem Versuch mit der Milchkuh sind nach Einrechnung des aus der Nahrung resorbirten Fettes noch 366 Fett aus Eiweiss zu decken, für welches 3602 Eiweiss zur Verfügung stehen; wenn sich demnach nur 10 % Fett aus Eiweiss abspalten, so ist dies für meinen Versuch noch genügend, um die Kohlehydrate nicht zu Hülfe nehmen zu müssen, denn man wird wohl annehmen dürfen, dass das Fett der

Nahrung sich nicht zersetzt, um dann aus Stärkmehl oder Zucker ebenso viel neu zu erzeugen, wenigstens liesse sich eine solche Annahme, um mit Liebig zu sprechen, mit den ökonomischen Gesetzen im Thierleibe nicht vereinigen. Man ersieht daraus, dass ich mich innerhalb des Kreises des Thatsächlichen bewegte und die Spaltung des Eiweisses in anderen Verhältnissen, als die von mir als am wahrscheinlichsten erachteten, noch in meine Rechnung passen. Liebig meint, mit einem solchen Verfahren überzeugt man in der Naturforschung Niemand. Dagegen habe ich zu bemerken, dass Liebig für seine Fettbildungstheorie gar nichts Thatsächliches anzugeben weiss. Existirt denn irgend ein Versuch am Thier, der den Uebergang von Kohlehydraten in Fett darthut, oder irgend eine Vorstellung, wieviel Fett sich aus Kohlehydraten möglicherweise bildet, während für das Eiweiss bereits positive Thatsachen in dieser Richtung vorliegen.

c. Ich habe mit meinem Versuche, wie gesagt, nicht den Uebergang von Eiweiss in Fett beweisen, sondern sehen wollen, ob das Eiweiss dafür zureicht; wenn dasselbe in allen Fällen eine genügende Menge Fett geben kann, so wächst immer mehr und mehr die Wahrscheinlichkeit, dass es auch die Quelle für die Fettbildung ist. Ich war und bin noch weit entfernt, die Sache für abgeschlossen zu halten, aber ich bin der Ansicht, dass sie zum vollen Abschluss gebracht werden muss und dies geschieht nur auf dem Wege des Versuchs am Thiere und nicht durch blosse Hypothesen, die sie seit 25 Jahren nicht um einen Schritt gefördert haben, und mit denen man heut' zu Tage in der Naturforschung Niemanden überzeugt.

Die Versuche haben in dieser Richtung schon Manches Unerwartete ergeben. Die von Pettenkofer und mir zeigten, dass normal aus Eiweiss wirklich Fett entsteht; dasselbe ergaben die Versuche von Kemmerich, bei welchen bei ausschliesslicher Fleischfütterung in der Milch einer Hündin mehr Fett auftrat als in dem Fleisch zugeführt worden war. Das Gleiche that Subbotin dar; derselbe fütterte in einem ersten Versuche einen durch längeres Hungern abgemagerten Hund mit reinem Fleisch und Palmöl, das kein Stearin enthielt, und fand in dem Fettgewebe des damit gemästeten Thieres beträchtliche Mengen von Stearin; in einem zweiten

ähnlichen Versuche gab er zu dem Fleisch eine Seife ohne Oelsäure, wornach das Fett des Thieres nichtsdestoweniger die normale Menge von Olein enthielt; hier konnte also die beträchtliche Menge von Stearin und Olein nur aus dem Fleische hervorgegangen sein. Mein Versuch an der Milchkuh hat bestimmt erwiesen, welche Bedeutung das Fett der Nahrung für die Fettablagerung auch beim Pflanzenfresser hat, während Liebig[1]) den Fetten der Pflanzennahrung wenig oder gar keinen Antheil zuschreibt, da sie nur in geringer Menge darin vorhanden seien und der Koth der Kuh ebensoviel in Aether lösliche Bestandtheile enthalte als die Nahrung; und er hat erwiesen, dass das Fett der Nahrung und das aus dem Eiweiss austretende für das Fett der Milch sicherlich zureichen. Alle neueren Versuche der Art, die von Kühn und Stohmann, führten zu dem gleichen Resultate, ja auch die Betrachtung der meisten älteren Versuche, z. B. derer von Boussingault, Thomson, Knop etc., welche nach der frühern Anschauung Liebig's die Fettbildung aus Kohlehydraten ausser Zweifel stellten, und bei denen häufig die Nahrung eine hinreichende Quantität Fett einschloss. Und warum redet Liebig jetzt nicht mehr von den Huber'schen und Gundlach'schen Versuchen an den Bienen, während er früher sagte[2]): „wir kennen keinen schöneren und überzeugenderen Beweis der Fettbildung aus Zucker als den Prozess der Wachsbildung aus den Bienen"; dieser Beweis ist durch mich durch richtige Auslegung der Versuche in sein gerades Gegentheil gekehrt worden.

Sind dies nicht Früchte, welche die neue Anschauung gezeitiget hat? Wirft sie nicht jetzt schon ein helles Licht auf viele Erscheinungen im Thierkörper? Wenn die Fettbildung aus Eiweiss ein normal und beständig vor sich gehender Prozess ist, so handelt es sich bei der Fettablagerung nicht um eine erst in einem bestimmten Moment eintretende Erzeugung desselben, sondern nur um eine Nichtzerstörung des schon vorhandenen. Alle Momente, welche die Oxydation desselben verhüten, bringen daher eine Fettanhäufung hervor, nicht indem unter ihrem Einflusse mehr Fett entsteht, sondern

---

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. 1843, Bd. 45 S. 112.
2) Die Thierchemie 1843 S. 307.

weniger zersetzt wird; bei reiner Eiweissnahrung dient das daraus hervorgehende Fett zur Wärmebildung, bei Zufuhr der leicht verbrennlichen Kohlehydrate oxydiren sich diese und das aus dem Eiweiss stammende Fett bleibt liegen, ebenso wenn Fett in der Nahrung zugeführt wird. Die Bildung von Leichenwachs oder die fettige Degeneration beruhen auf dem gleichen Vorgange; das aus dem Eiweiss entstehende Fett bleibt durch zu geringe Sauerstoffzufuhr oder unter der Einwirkung von Phosphor oder Alkohol etc. unverbrannt. Es erklärt sich jetzt auch leicht der allbekannte grosse Einfluss des Eiweisses auf die Fettablagerung, da ein ansehnlicher Theil des Fettes aus ihm entsteht, während man früher annehmen musste, es liefere nur die Zellen, in denen sich das Fett ablagert, während diese doch immer schon vorhanden sind. In der Bedeutung der Kohlehydrate für die Ablagerung des Fettes ändert sich nach unseren Anschauungen nichts, sie müssen nach wie vor gegeben werden, um Fett zu gewinnen, da dies ohne sie oxydirt würde.

Es steht jetzt schon fest, dass die Kohlehydrate als Material für die Fettbildung keine Hauptrolle spielen, da das Fett der Nahrung in vielen Fällen schon einen ansehnlichen Theil der angesetzten Fettmenge deckt; es könnte sich erst aus ihnen Fett bilden, wenn alles Fett der Nahrung und alles aus dem Eiweiss herrührende Fett abgelagert ist, und nur dann, wenn die genannten Stoffe nicht ganz hinreichen, wären sie für den Rest zu Hülfe zu nehmen. Ein derartiger Fall ist jedoch mit Sicherheit bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

Aber dies sind nach Liebig nichts als eingebildete Erklärungen! Man sollte denken, er wüsste etwas Neues für seine Theorie der Fettbildung aus Kohlehydraten zu sagen, statt dessen bringt er jedoch immer wieder seine alten Sätze von der Möglichkeit der Umwandlung stickstofffreier Stoffe in niedere Fettsäuren etc. etc.; ob aber diese Processe im Thierkörper wirklich vorkommen, das weist er durch keine Thatsachen nach. Und um Alles beim Alten zu lassen, hält er die ganze Sache für sehr schwer zu entwirren. Er sagt: „Die Fettbildungsfrage scheint mir durch Versuche mit Pflanzenfressern nicht entscheidbar zu sein“ und: „in Untersuchungen dieser Art sollte man, wie ich glaube, die Natur der Thiere

in Rechnung nehmen und nicht ohne Weiteres voraussetzen, dass die Vorgänge in einem Pflanzenfresser die gleichen sind, wie die in dem Körper eines Fleischfressers.“ Letzteres hat zwar Niemand gethan; aber aus beiden Sätzen würde hervorgehen, dass die Frage nach der Fettbildung weder am Pflanzenfresser noch am Fleischfresser gelöst werden könnte. Wir wären demnach hier nach Liebig an der Grenze unseres Wissens angekommen, die der menschliche Geist nicht zu überschreiten vermag; ich für meinen Theil glaube nicht, dass die Wissenschaft da stehen bleiben wird, wo Liebig sie hingestellt hat, ich glaube vielmehr, dass sie schon jetzt ein gutes Stück darüber hinaus ist.

Wenn Liebig schliesslich ausspricht: „was wir mit Bestimmtheit wissen, ist, dass bei diesen Thieren Albuminate und Kohlehydrate zusammenwirken müssen, um Fett zu erzeugen; ob aber das stickstofffreie Spaltungsprodukt, welches zu Fett wird, von dem Eiweiss oder den Kohlehydraten stammt, dies mit Bestimmtheit auszumitteln, halte ich nicht leicht für möglich,“ so kann ich damit völlig zufrieden sein. Er giebt also jetzt selbst zu, dass man über den Uebergang der Kohlehydrate in Fett nichts Bestimmtes weiss, während er früher meinte, derselbe sei völlig ausser Zweifel gestellt; somit hat er seine Theorie, deren Vertheidigung er in der Vorrede ankündigte, als unbegründbar selbst aufgegeben und unsere Arbeiten haben vor der Hand genug gewirkt, wenn das, was vorher überzeugend bewiesen war, jetzt unbewiesen und zweifelhaft geworden ist. Dass meine Lehre weiter geprüft werde, dafür werde ich Sorge tragen.

d. Ueber den Ursprung des Fettes und Milchzuckers in der Milch der Kuh ist man nach Liebig mit allen den zahlreichen Analysen und Arbeiten um keinen Schritt weiter gekommen. Nachdem er gesagt, dass die Grundlage meiner Milchbildungstheorie eine rein erdachte Spaltung des Eiweisses sei in Verhältnissen wie sie für meine Rechnung passen, fährt er fort: „Damit in Uebereinstimmung steht denn sein Verfahren, die vorhandenen Thatsachen über die Milchbildung seinen Ansichten anzupassen; in seiner Hand sind sie wie Wachs, dem man durch Kneten die gewünschte Form gibt.“ Ich antworte auf diesen Passus nur das, was sich sachlich

dagegen sagen lässt. Von der Erkenntniss, dass die Milch ein aufgelöstes Organ des Körpers ist und nicht ein einfaches Filtrat aus dem Blute, wird sich die wahre Einsicht in die Vorgänge der Milchdrüse entwickeln. Von dieser Grundlage bin ich ausgegangen, um an der Hand der Thatsachen das Auftreten der einzelnen Stoffe der Milch zu erklären. Ich habe gesagt, dass nur dann ein Einfluss der Nahrungsstoffe auf die Milch zu erwarten ist, wenn die Milchdrüse sich dadurch ändert, welche vor Allem eiweisshaltiges Material zum Aufbau ihrer Zellen braucht, die dann noch in sich Fett aufnehmen können. Bei den Pflanzenfressern sieht man nur einen geringen Einfluss der verschiedenen Nahrung auf die Milch, weil bei ihnen die Zusammensetzung der Nahrung nicht in so weiten Grenzen schwankt, wie bei dem Fleischfresser, um rasch wesentliche Aenderungen in der Drüse hervorzubringen. Darum ist auch die Grösse der Milchabsonderung zunächst und vor Allem abhängig von der Entwicklung der Brustdrüse. Trotzdem wirft mir Liebig vor, es bewegten sich meine Auseinandersetzungen ganz wie in Thomsons Untersuchung um die irrige Vorstellung, dass eine an Albuminaten reiche Nahrung auf die Butterbildung Einfluss habe und dieselbe vermehre, während die vorhandenen Erfahrungen nur dafür sprächen, dass das Kraftfutter den Milchertrag vermehre. Nach den von mir entwickelten Anschauungen über die Bildung der Milch kann ich eine solche irrige Vorstellung unmöglich gehegt haben, ich habe vielmehr gerade das Gegentheil darzuthun gesucht; es wirkt nämlich nach mir das Eiweiss nur, indem es zuerst mehr Zellen in der Drüse erzeugt, die dann zum Theil fettig degeneriren, zum Theil Fett vom Blute in sich aufnehmen; es muss also dabei immer auch der Milchertrag zunehmen. Dass Liebig diesen Theil meiner Abhandlung nur oberflächlich gelesen hat, geht auch aus seiner Meinung hervor, dass meine Versuche der Umwandlung eines stickstoffhaltigen Bestandtheils der Milchdrüsenzellen in Fett nicht günstig zu sein scheinen, da ich zur Annahme genöthigt wäre, dass mindestens $^4/_5$ des Fettes der Milch vom Futter abstammen; ich habe deutlichst auseinander gesetzt, dass nur ein Theil des Fettes der Milch aus dem Eiweiss in der Drüse durch fettige Degeneration der Zelle entsteht, Alles kann auf diese Weise unmöglich hervorgehen,

wenigstens nicht bei dem reichlichen Milchertrag der Kuh; ich brauche auch nicht $^4/_5$ des Milchfettes aus dem Fett der Nahrung abzuleiten, da bei meinem Versuche das im Körper zersetzte Eiweiss nach meiner Voraussetzung 1851 Fett liefert, während in der Milch 2024 Fett sich befanden, es könnte mithin das Letztere nahezu ganz von dem Eiweiss gedeckt werden.

VI.

Ich habe die Erfolge der Bantingkur auf die Abnahme des Fettes im Körper aus der bei überschüssiger Eiweisszufuhr wachsenden Grösse des Säftestromes, der Zunahme der Blutkörperchenzahl und der damit verbundenen grösseren Sauerstoffaufnahme zu erklären gesucht. Nach Liebig ist aber die Sauerstoffaufnahme lediglich abhängig von der Schnelligkeit, mit welcher Luft und Blut in den Athmungsorganen mit einander in Berührung kommen und sie steht nach ihm bei den höheren Thierklassen im Verhältniss zu der Anzahl der Herzschläge und Athemzüge in einer gegebenen Zeit. Hiernach dürften die Physiologen aufhören, die Gesetze der Sauerstoffaufnahme in's Blut und die Organe zu suchen.

a. Warum schwankt dann aber bei verschiedener Nahrung die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs so sehr; warum nimmt sie bei eiweissreicherer Nahrung constant zu und warum bleibt sie gleich bei Aufnahme von kohlenstoffreichem Fett?

Nach den Versuchen von Pettenkofer und mir nimmt das Maximum der Sauerstoffaufnahme mit der Menge des Eiweisses in der Nahrung zu, dies ist keine Annahme, wie Liebig sich ausdrückt, sondern eine durch Versuche gewonnene Thatsache. Es ist ferner eine Thatsache und keine Annahme, dass bei eiweissreicher Nahrung absolut und relativ mehr Hämaglobin im Blute sich findet. Das Hämaglobin ist aber der Stoff, welcher den Sauerstoff in Beschlag nimmt, und je nach ihrem Gehalte daran absorbiren verschiedene Blutsorten sehr verschiedene Mengen von Sauerstoff.

Die Grösse der Sauerstoffaufnahme ist zunächst davon abhängig, welche Stoffe und welche Mengen derselben in den Organen unter die Bedingungen der Zersetzung gelangen, welche sich bei der vorzüglich von der Eiweisszufuhr abhängigen Strömung der

Ernährungsflüssigkeit durch die Organe finden. Der Sauerstoff wird nun nicht direkt durch das Athmen zugeführt, sondern er wird von dem in den Organen festgebundenen Sauerstoffvorrath weggenommen, dessen Grösse sich ebenfalls nach der Quantität des cirkulirenden Eiweisses richtet. Das dem Sauerstoffvorrathe der Organe Entzogene wird aus dem an das Hämaglobin des Blutes gebundenen Sauerstoff wieder ergänzt, und dieser wird endlich in der Lunge durch neuen aus der eingeathmeten Luft ersetzt. Der letztere Ersatz richtet sich also nach dem Verbrauch in den Organen; die Zahl der Athemzüge ist das Bedingte und nicht das Bedingende. Ist in den Organen mehr zersetzt und mehr Sauerstoff verbraucht worden, so hat in Folge davon der Sauerstoffgehalt des Blutes abgenommen und sein Kohlensäuregehalt zugenommen und nun werden dadurch die Regulatoren der Athmung in dem verlängerten Marke zu häufigeren und tieferen Athemzügen gezwungen, um neuen Sauerstoff zuzuführen und die überschüssige Kohlensäure wegzubringen. Ich habe z. B. gezeigt, dass bei spärlicheren Athemzügen, wie nach Durchschneidung der nervi vagi etc. durch Regulation der Tiefe dieselbe Menge Sauerstoff ins Blut tritt und dieselbe Menge Kohlensäure entlassen wird; nach ausgiebiger Ventilation der Lunge tritt Apnoe ein; wir sind nicht im Stande, längere Zeit willkürlich tiefer und zahlreicher zu athmen. Bei körperlicher Anstrengung wird aber in den Organen mehr zersetzt und darum in Folge davon häufiger geathmet; wenn in der Kälte ohne reichlichere Nahrungszufuhr wirklich durch ausgiebigeres und häufigeres Athmen auf die Dauer mehr Sauerstoff eintreten sollte als in der Wärme, so kann dies auch nur eine Folge einer grösseren Zersetzung im Körper sein.

Die Sauerstoffaufnahme in das Blut richtet sich nicht allein nach der Zahl und Tiefe der Athemzüge oder der Zahl der Herzschläge, sondern auch nach der Fähigkeit des Blutes, bei seinem Durchgang durch die Lunge Sauerstoff zu absorbiren. Es wird das Blut unter sonst gleichen Umständen um so mehr leisten, je mehr Hämaglobin in gleicher Zeit durch die Lunge geht, d. h. je grösser das Volum der Lungengefässe im Verhältniss zu den übrigen Körpergefässen ist, und je grösser der Gehalt an Hämaglobin in der gleichen Blutmenge ist. Es ist desshalb der prozentige Gehalt an

Hämaglobin wichtig, der nach den Untersuchungen von Dr. Subbotin sehr verschieden ist; bei reichlicher Eiweisszufuhr ist er hoch und es kann desshalb mehr Sauerstoff ins Blut treten; bei Zusatz stickstofffreier Stoffe ist er geringer. Ist das Blut nichts nütze, so wird trotz der heftigsten Athemanstrengungen oder reichlicher Zufuhr von zersetzbarem Material zu den Organen nichts dadurch zu Stande gebracht; der Gesunde vermag bei der Arbeit viel mehr Sauerstoff als in der Ruhe zu binden, der Leukämische mit weniger farbigen Blutkörperchen leistet trotz zahlreicher Athemzüge bei der Ruhe schon das Maximum.

Es muss aber auch ferner der in's Blut aufgenommene Sauerstoff in den Organen in Beschlag genommen werden, sonst kann trotz zahlreicher Athemzüge kein neuer mehr eintreten; wenn also wenig Stoffe unter die Bedingungen der Zersetzung gerathen, so ist auch die Gesammtsauerstoffaufnahme gering. Sie ist desshalb gering bei Hunger oder Zufuhr von stickstofffreien Stoffen und gross bei reichlicher Zufuhr von Eiweiss. Darum fanden auch Henneberg und Stohmann die Zahl der Herzschläge und Athemzüge beim Wiederkäuer abhängig von dem Eiweissreichthum des Futters.

Der mechanische Theil der Athmung hat nur das Geschäft der Füllung oder der Abgabe zu übernehmen; wieviel im Maximum geleistet wird, richtet sich nach den anderen Faktoren, von denen die Athmung abhängig ist. Man könnte ebensogut wie Liebig sagen, die Menschenmenge, welche in einen Saal eintreten kann, sei lediglich abhängig von der Häufigkeit, mit der die Eingangsthüre desselben geöffnet wird, während es doch zunächst auf die Capacität des Saales ankommt, dann darauf, ob bei jeder Oeffnung der Thüre auch Jemand hineinspaziert und endlich ob nicht durch eine zweite Thüre eine Entleerung stattfindet.

b. Liebig suchte nun die Abnahme des im Körper angesammelten Fettes bei vorwiegendem Fleischgenuss aus dem geringen Respirationswerthe des Fleisches gegenüber dem des Fettes und der Kohlehydrate zu erklären, während ich gesagt habe, die Erfolge der Bantingkur liessen sich nicht aus den früheren Ansichten über die Zersetzungen im Körper ableiten. Um seinen Ausspruch

zu beweisen, vergleicht er den Bedarf eines Menschen bei Fleischnahrung mit dem eines Hundes, was natürlich ein ganz unzulässiges Verfahren ist, welches mir vorgeworfen wurde, obwohl ich es mir nie habe zu Schulden kommen lassen, sondern umgekehrt gegen die Unstatthaftigkeit desselben mich ausgesprochen habe. Er sagt, ein 34 Kilo schwerer Hund braucht täglich 1500 Fleisch, ein doppelt so schwerer Mensch reicht damit für seinen Respirationsbedarf nicht aus. Ein arbeitender Mann verzehrt nach ihm bei gewöhnlicher Ernährung im Tag 549 Fleisch, 117 Fett und 352 Kohlehydrate; wenn derselbe also 1500 Fleisch geniesst, so bleiben zum Ersatz des Fettes und Stärkmehls nur 951 Fleisch, die kaum hinreichen, um die Kohlehydrate zu decken (97.2 Stärke = 309.7 Fleisch, nach der zur Verbrennung nöthigen Sauerstoffmenge berechnet); der Körper muss also die fehlenden 117 Fett zuschiessen, daher die Abmagerung.

Diese ganze Rechnung ist falsch, da die Voraussetzungen dafür falsche sind. An Liebig scheinen alle neueren Erfahrungen der Physiologie spurlos vorübergegangen zu sein.

Ein Hund kann allerdings unter Umständen 1500 Fleisch zur Erhaltung nöthig haben, unter anderen Umständen aber, z. B. wenn er sehr fett geworden ist, braucht er viel weniger. So ist es auch bei dem Menschen; wenn ein kräftiger Arbeiter die genannte Ration nöthig hat, um seinen Körper auf seinem Bestand zu erhalten, wer sagt denn Liebig, dass ein unmässig fetter, der die Bantingkur gebraucht, eben so viel nöthig hat? Soll denn ein angestrengt Arbeitender nicht mehr bedürfen, als ein in seinem Fett beinahe Erstickender? Das ist ja gerade die Krankheit, dass fette Leute, obwohl sie viel weniger essen als die mageren, doch fortwährend ansetzen. Der Chemiker Liebig hat immer noch die Idee, dass ein Organismus ein bestimmtes Respirationsbedürfniss habe und eine bestimmte Menge von Sauerstoff aufnehmen und eine bestimmte Menge Wärme erzeugen müsse, wesshalb er glaubt, die Respirationsäquivalente von Fleisch, Fett oder Kohlehydraten rechnen zu können, während er nichts berechnet als die Sauerstoffmengen, welche dieselben bei der Elementaranalyse nöthig haben, um sich in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln. Im Thierkörper ver-

halten sich diese Stoffe aber nicht so, denn in ihm ist die Sauerstoffaufnahme bei gleichem Stand des Körpers je nach der Nahrung sehr verschieden und auch die Menge der erzeugten Wärme trotz gleicher Wärmehöhe in ihm. Die Wärmeregulation ist der Art, dass bei gleicher Wärmehöhe die Menge der erzeugten Wärme wenigstens um das Dreifache hin- und hergehen kann. Gibt man einem Organismus Fleisch, so wird viel Sauerstoff aufgenommen und viel Wärme geliefert; der Chemiker würde nun berechnen, wie gross das Respirationsbedürfniss dieses Organismus ist und wieviel er Fett verbrennen muss, um bei Abzug einer gewissen Fleischmenge jenes Bedürfniss zu decken; gibt der Physiologe aber diese Fettmenge, so wird viel weniger davon verbrannt, als der Chemiker ausgerechnet hat und die Wärmehöhe hat sich nicht geändert. Im Körper sind darum auch 240 Stärkemehl nicht 100 Fett äquivalent. Die Sauerstoffaufnahme richtet sich eben nicht nach einem eingebildeten Respirationsbedürfniss, sondern nach ganz anderen Faktoren. Ein Bedürfniss bestimmt überhaupt nie die Zersetzung im Körper; es wird darin nicht Stoff zersetzt, weil Wärme und mechanische Arbeit geliefert werden muss, sondern es wird aus ganz anderen Gründen zersetzt, die wir durch die Ernährungsversuche zu eruiren suchten, und jene Kraftäusserungen sind die Folge davon.

In einem fetten Menschen ist der Strom der Ernährungsflüssigkeit und die Blutmenge geringer, er nimmt desshalb weniger Sauerstoff auf als ein magerer und verbrennt weniger Eiweiss, Fette oder Kohlehydrate; er braucht also zur Erhaltung seiner Körpermasse ungleich weniger von diesen Stoffen und nimmt bei einer gewissen Zufuhr zu, bei der ein magerer von seinem Körper abgibt.

Je mehr Fett mit der Nahrung eintritt oder je mehr Fett am Körper abgelagert ist, desto geringer ist aus den genannten Gründen die Sauerstoffaufnahme und die Zersetzung und desto grösser der Ansatz; zugleich nimmt die Blutmenge immer mehr und mehr ab und so abermals die Sauerstoffaufnahme. Dies steigert sich zuletzt bis zum Unerträglichen; das Maximum der Sauerstoffaufnahme ist sehr niedrig. Selbst dieses kann häufig durch körperliche Anstrengung oder zahlreichere und tiefere Athemzüge nicht erreicht werden, da die dicken Leute durch die Unförmlichkeit ihres Kör-

pers an raschen Bewegungen gehindert sind und die mit Fett bedeckten Baucheingeweide den Athemzügen einen grossen Widerstand entgegensetzen, so dass sie leicht ausser Athem kommen.

Man muss daher bei ihnen das Maximum der Sauerstoffaufnahme zu vergrössern suchen und dies geschieht zunächst, indem man in der Nahrung absolut und relativ so viel als möglich Eiweiss, am besten fettarmes Fleisch, zuführt, dadurch wird mehr Sauerstoff in den Organen verbraucht und auch mehr Blut erzeugt, so dass allmählich von dem im Körper abgelagerten Fett verbrannt wird. Nimmt so die relative Menge des Eiweisses im Körper zu, so steigert sich abermals die Möglichkeit des Sauerstoffverbrauchs und der Körper wird auch beweglicher, um dann durch Anstrengungen desselben stets das mögliche Maximum des zerstörenden Sauerstoffs in den Körper zu pumpen. Schliesslich ist, wenn der Körper mager geworden ist, die zugeführte Fleischmenge allerdings nicht mehr genügend und der Körper würde hungern, und, wie Liebig annimmt, Fett von sich abgeben; sobald aber diese Grenze erreicht ist, muss man zum Fleisch stickstofffreie Stoffe zugeben, und es ist dann gefährlich, mit reiner Fleischkost noch fortzufahren, wie man aus Erfahrung weiss. Die Bantingkur ist keine Hungerkur.

Nur der Respirationsapparat konnte uns hierüber die richtige Erklärung verschaffen und es ist auffallend, dass Liebig es vermeidet, von seinen Früchten zu sprechen.

VII.

Zum Schlusse sei es mir erlaubt, noch zwei Punkte, nämlich die zwei irrigen Vorstellungen zu besprechen, auf welche nach Liebig der Mangel an Verständniss der Ernährungs- und diätetischen Gesetze zurückgeführt werden muss.

a. Die eine irrige Vorstellung ist: „Dass man bei Versuchen über Ernährung ein Thier als den Repräsentanten aller Thiere häufig angesehen und sich berechtigt geglaubt hat, aus dem Resultate solcher Versuche mit diesem einen Thier Folgerungen für den Ernährungsprozess im Allgemeinen, von dem des Fleischfressers z. B. auf das Verhalten des Pflanzenfressers, zu ziehen, und von der Wirkung, welche die vegetabilische Nahrung im Körper des

Fleischfressers hat, rückwärts Schlüsse auf den Ernährungswerth des Fleisches und umgekehrt zu machen.“ Diese Vorstellung ist Liebig eigenthümlich. Ich habe allerdings beim Fleischfresser Untersuchungen über die Gesetze der Zersetzungen im Körper unter verschiedenen Einflüssen gemacht, weil ich einsah, dass sie bei ihm am leichtesten zu eruiren sind; ich habe aber dann nicht von vornherein angenommen, dass sie sich beim Menschen oder Pflanzenfresser gerade so verhalten, wenn dies für die allgemeinen Prinzipien auch äusserst wahrscheinlich war, sondern ich oder Andere haben dann die Verhältnisse an diesen geprüft. So sind durch Ranke und Pettenkofer und mich die Gesetze des Eiweissumsatzes, die für den Fleischfresser festgestellt waren, am Menschen, und durch Henneberg und Stohmann am Rind und an Ziegen bestätiget worden. Niemals habe ich ohne vorhergehende Prüfung und ohne Berechtigung eine solche Uebertragung gemacht; ich hätte gewünscht, dass Liebig einen bestimmten Fall der Art bezeichnet hätte, statt eine allgemeine Anklage zu erheben. Ich habe nicht nur an einem einzigen Thiere, am Hunde, sondern auch an Kaninchen, Katzen, Tauben, Gänsen, Ziegen, Kühen und Menschen Ernährungsversuche angestellt; ich weiss nicht, was ich noch mehr thun soll. Man könnte diesen Vorwurf viel eher gegen Liebig selbst richten, da er sich in seiner Abhandlung mehrmals solche unzulässige Uebertragungen erlaubt hat (S. 107, 117, 135).

b. „Ein zweiter ebenso grosser Irrthum liegt, sagt Liebig, darin, dass manche Physiologen dem Eiweiss eine Wirkung zuschreiben, die ihm, seiner Natur nach, gar nicht zukommt. Das Eiweiss ist nichts anderes für den Thierkörper, als was Kohlensäure, Wasser und Ammoniak für die Pflanzen sind, und so ist denn sein Werth hoch genug; aber besondere Wirkungen kommen dem Eiweiss nicht zu, und es ist ein Fehler im Verständniss der Natur des Eiweisses, wenn man glaubt, mit dem Eiweissbegriff physiologische Erscheinungen erklären zu können. Das Eiweiss wirkt nur durch die Dinge, die daraus erzeugt werden, und so ist es mir so gut wie unmöglich, mich in die modernen Begriffe von Organeiweiss und cirkulirendem Eiweiss hineinzufinden, die denn doch einerlei Ding sind; sie verwirren mich zuletzt in dem Grade,

dass ich, um einen trivialen Ausdruck zu gebrauchen, Rechts von Links nicht mehr zu unterscheiden weiss." Ich bedauere, dass Liebig die Lehre von dem Cirkulations- und Organeiweiss nicht aufgefasst hat, während Andere dieselbe sehr wohl begriffen haben.

Ich schreibe dem Eiweiss auch nur solche Wirkungen zu, welche ihm seiner Natur nach zukommen und ich lasse es ebenfalls nur durch die Dinge wirken, welche daraus erzeugt werden. Chemisch betrachtet ist natürlich das von mir sogenannte Organeiweiss ganz das gleiche wie das cirkulirende, aber vom physiologischen Standpunkte aus verhalten sie sich nicht gleich, denn das Eiweiss übernimmt verschiedene Aufgaben im Thierkörper, je nachdem es fester gebunden ist und ein Organ darstellt, oder flüssig ist und mit dem Säftestrom sich bewegt. Wenn man einem Thierkörper, z. B. einem Hunde, während mehrerer Tage keine Nahrung zugeführt hat, so zersetzt er im Tag eine gewisse kleine Menge Fleisch (z. B. 160 Grm.), obwohl am ganzen Körper noch eine grosse Fleischmenge (z. B. 20 Kilo) sich befindet; er zersetzt also 0.8 % der Fleischmenge des Körpers. Gibt man dem Thiere nun 2 Kilo Fleisch als Nahrung, so zersetzt es jetzt bei einem Fleischgehalte des Körpers von 22 Kilo 2000 Fleisch, d. i. 9 % der Fleischmenge des Körpers. Wenn am 8. Hungertage bei einer Fleischmenge des Körpers von 17.7 Kilo 18mal weniger Fleisch zerstört wird als am ersten Hungertage, so sind am ersten Hungertage nicht auch 18mal mehr Fleisch, d. h. 318 Kilo, am Körper gewesen, sondern nur 20 Kilo.

Das Eiweiss im Körper verhält sich also, wie Jedermann aus diesen Beispielen ersicht, der Zersetzung gegenüber nicht gleich. Das eine ist in grösster Menge am Körper und noch beim Hunger vorhanden, es ist stabil, da sich beim Hunger nur ein kleiner Bruchtheil zersetzt; das andere ist in geringerer Menge vorhanden, aber es wird ein grosser Bruchtheil von ihm zersetzt. Von ersterem kommt wenig unter die Bedingungen der Zersetzung, vom zweiten viel. Da nun die Zersetzung in den ersten Tagen des Hungers nach vorhergehender reichlicher Eiweissaufnahme, oder während reichlicher Eiweissaufnahme so unverhältnissmässig grösser ist, so muss man schliessen, dass vorzüglich das durch die Nahrung zuge-

führte Eiweiss den Bedingungen der Zersetzung verfällt; das stabilere ist das in den Organen, auch beim Hunger abgelagerte Eiweiss.

Man könnte bei dieser Erfahrung stehen bleiben und sagen, es verhält sich das Eiweiss im Körper sehr ungleich; das eine die Organe aufbauende wird nur schwer angegriffen, das andere, vorzüglich von der Nahrung herrührende, unterliegt leicht der Zersetzung. Man kann sich aber noch eine weitere Vorstellung machen, wie sich das mit der Nahrung aufgenommene Eiweiss im Körper verhält und warum es unter die Bedingungen der Zersetzung kommt und grösstentheils zerstört wird. Es ist gewiss, dass es zunächst ins Blut übergeht und dass von da ein Ausgleich mit den Organen stattfindet; der Ueberschuss verlässt das Blut und gelangt mit der Ernährungsflüssigkeit in die Organe und kommt dann von da theilweise durch die Lymphgefässe wieder ins Blut zurück. Auf diesem Wege muss also die Zersetzung stattfinden und es ist am wahrscheinlichsten, dass die Bedingungen dafür beim Durchtritt der Ernährungsflüssigkeit durch die Organe gegeben sind. Darum nenne ich das Eiweiss, welches der Zersetzung anheimfällt, das cirkulirende Eiweiss, das andere die Organe darstellende das fester gebundene Organeiweiss. Da das Eiweiss der Nahrung grösstentheils in Cirkulation geräth, so wird viel davon zersetzt; beim Hunger wird täglich nur ein kleiner Theil des Organeiweisses zu cirkulirendem und zerfällt; die Zersetzung richtet sich nach der Mächtigkeit des eiweisshaltigen Säftestromes.

Liebig selbst hat gefühlt, dass nicht alles Eiweiss im Körper sich den Bedingungen der Zersetzung gegenüber auf die gleiche Weise verhält; er sagt z. B. (S. 70): „Die nämlichen Ursachen, welche diesen Ueberschuss zerstören, können im normalen Zustande der Ernährung auf die Blutbestandtheile selbst keine Wirkung haben; denn diese würden sonst beim Mangel an Ersatz durch die Nahrung oder im Hungerzustande ebenso rasch dem zerstörenden Einflusse dieser Ursachen verfallen müssen, als wie ihr Ueberschuss in der Nahrung verfällt.“ Der Ueberschuss kommt also nach ihm unter die Bedingungen der Zersetzung, die Blutbestandtheile nicht so reichlich; letztere entsprechen meinem Organeiweiss, ersterer

dem cirkulirenden. Liebig nimmt 2 verschiedene Arten der Zerstörung von Eiweiss an, im Stoffwechsel und im Respirationsprozess; ich dagegen nur eine, jedoch ein ungleiches Verhalten des Eiweisses im Körper.

Liebig hätte sich viel leichter mit meinen Schlüssen befreundet, wenn er nicht immer noch seine irrige Vorstellung vom Stoffwechsel als einen Untergang des Organisirten hätte, für das das Eiweiss der Nahrung als Ersatz einzutreten habe, die ihn jetzt zu der Annahme von zwei Arten der Zerstörung des Eiweisses treibt. Da man sich vom Fleisch allein ernähren kann, so meint er (S. 71), nur ein Theil desselben hätte zum Wiederersatz der im Stoffwechsel umgesetzten organisirten Körpertheile gedient, der andere Theil hätte sich im Respirationsprozess zersetzt und dabei die Wärme geliefert. Das ist ganz die alte Lehre von der Luxusconsumption und der doppelten Harnstoffquelle von Frerichs und Bidder und Schmidt, welche Bischoff, die frühere Liebig'sche Lehre, nach der nur das Organisirte und zwar durch die Muskelarbeit zerfallen soll, vertheidigend, so lebhaft bekämpft hat und welche ich jetzt merkwürdiger Weise Liebig gegenüber bekämpfen muss.

Es gibt keinen Stoffwechsel im Sinne Liebig's, d. h. einen Untergang organisirter Theile durch die Arbeit und einen Wiederaufbau derselben getrennt von einem Untergang im Respirationsprozess. Das Eiweiss geht immer auf die gleiche Weise zu Grunde und zwar beständig, indem der Säftestrom durch die organisirten Theile geht; es ist schwer zu sagen und für uns hier ganz gleichgültig, ob dabei das unorganisirte, in den meisten Fällen eben erst durch die Nahrung zugeführte Eiweiss zersetzt wird, oder das ältere Eiweiss der organisirten Theile dem Zerfall unterliegt und durch neues ersetzt wird. Wenn ich sage, es sind 100 Fleisch umgesetzt worden, so meine ich damit nicht, wie ich oft gesagt habe, dass 100 organisirter Muskel eingerissen worden sind, sondern dass irgendwo im Körper soviel Eiweiss, als in 100 Fleisch mit 3.4% Stickstoff sich befinden, zerstört worden ist.[1] Durch die Zersetzung des Eiweisses

1) Noch in neuester Zeit hat mich hierin Schenk (Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wissensch. 1870, 2. Abthlg.) völlig missverstanden, wenn er sagt, wir hätten kein Recht, bei erfolgtem Fleischansatze den Stickstoffgehalt des angesetzten

wird immer auch Wärme erzeugt, und es kann so viel erzeugt werden, dass alle Wärme dadurch geliefert wird; Stoffwechsel findet sich nicht nur am Eiweiss, sondern auch im Fett, Wasser, Salzen etc.

Früher hatte man die Idee, die Muskelarbeit zerstöre einen Theil der Muskelsubstanz und man meinte, man brauchte nur die dieser Zerstörung entsprechende Eiweissmenge in der Nahrung zuzuführen, ein Plus darüber sei Luxus oder verbrenne und gebe Wärme. Hätte man gewusst, dass die Arbeit gar kein Faktor bei der Zersetzung des Eiweisses ist, und hätte man einen Grund für den Zerfall der grösseren Eiweissmenge bei reichlicherer Zufuhr gekannt, so hätte man diesen Unterschied gar nicht gemacht. Die Trennung eines Untergangs im Stoffwechsel und im Respirationsprozess würde voraussetzen, dass die grösseren Eiweissmengen überflüssig sind oder durch andere, z. B. stickstofffreie Stoffe, vertreten werden können und dass es eine scharfe Grenze gibt, wo das Nothwendige eben gedeckt ist und der Luxus beginnt; ich glaube in meinen früheren Schriften durch eingehende Versuche diese Voraussetzungen hinreichend widerlegt zu haben.[1])

Durch meine Untersuchungen über die Verschiedenheiten der Eiweisszersetzung unter den verschiedensten Umständen ist man über die Ursachen derselben so ziemlich ins Klare gekommen, und es ist völlig vergebens, wenn Liebig die durch Versuche längst abgethanen veralteten Ideen Anderer, die er früher als widersinnig bezeichnet hatte, zu halten sucht.

Ich war darauf gefasst, von einem Manne wie Liebig manche falsche Schlussfolgerungen aus meinen Versuchen nachgewiesen zu bekommen, denn wer hat sich nicht geirrt, der in so schwierigen Gebieten sich bewegt; aber ich war im Stande, Punkt für Punkt die Einwendungen Liebig's gegen die Resultate meiner Unter-

---

Fleisches ohne Weiteres dem des Futterfleisches gleichzusetzen. Man findet ferner allerdings, wie ich selbst angegeben habe, beträchtliche Unterschiede im Stickstoffgehalt verschiedener Fleischproben desselben Thieres und verschiedener Individuen der gleichen Thierspecies, vorzüglich bedingt durch den ungleichen Wasser-, Bindegewebs- und Fettgehalt. Ich habe daher zu meinen Versuchen nur Fleisch von ungemästeten Rindern genommen, das nach meinen Analysen nur geringe Differenzen zeigt.

1) Zeitschrift f. Biol. 1867 Bd. III S. 26—44 und 1868 Bd. IV S. 517—530.

suchungen als grundlos zu erweisen. Es hat sich mir dabei so recht die tiefe Kluft, welche seinen und meinen Standpunkt trennt, gezeigt. Er steht noch auf dem Boden, den er sich vor 25 Jahren geschaffen; von chemischen Erfahrungen aus versucht er Uebertragungen und Schlüsse zu machen auf die Vorgänge im Thierkörper; er hat eine grosse Wirkung durch seine Ideen hervorgebracht und von seinem Wurfe ging die ganze Bewegung zum Studium der Zersetzungen im Thierkörper aus. Aber er vergass zum Bedauern derer, die seine hohen Verdienste um die Wissenschaft wohl mehr kannten und ehrten, als seine Schmeichler, dass dies alles nur Ideen und Möglichkeiten sind, deren Richtigkeit durch den Versuch am Thier erst geprüft werden musste, und dies ist der Boden, auf den ich mich gestellt habe.

Ich könnte eine grosse Anzahl von Beispielen anführen, aus denen hervorgeht, dass wir ohne Befragung des Thierkörpers stets Irrungen ausgesetzt sind, da in ihm die Bedingungen durchaus andere sind als in einer Retorte. Es war aber anfangs kein anderer Weg möglich als der von Liebig eingeschlagene, durch welchen erst die übrigen uns zugänglich wurden.

Statt nun die Entwicklung der von ihm begründeten Wissenschaft mit Freuden zu begrüssen und die Früchte seiner Saat, sowie den Dank ihn auf den Händen tragender Jünger zu erndten, will er dem Wachsthum Stillstand gebieten, ja er sucht die junge Pflanzung zu zerstören, weil die Versuche häufig anders gesprochen, als er zu ahnen glaubte.

Es war vor 26 Jahren, als Liebig durch die Angriffe von Berzelius genöthigt war, dessen Verhältniss zu der damals aufblühenden organischen Chemie darzulegen. Er sprach sich dabei wie folgt aus:

„In den letzten Jahren, wo Berzelius aufhörte, experimentellen Antheil an der Lösung der Fragen der Zeit zu nehmen, wandte sich seine ganze Geisteskraft theoretischen Spekulationen zu, aber ungeschützt und nicht getragen durch eigene Anschauung, fanden seine Ansichten keinen Widerhall oder Anklang in der Wissenschaft. So lange sich die Forschungen in seinem eigenen Gebiete bewegten, waren die von ihm darin erworbenen Erfahrungen leuchtende Führer









